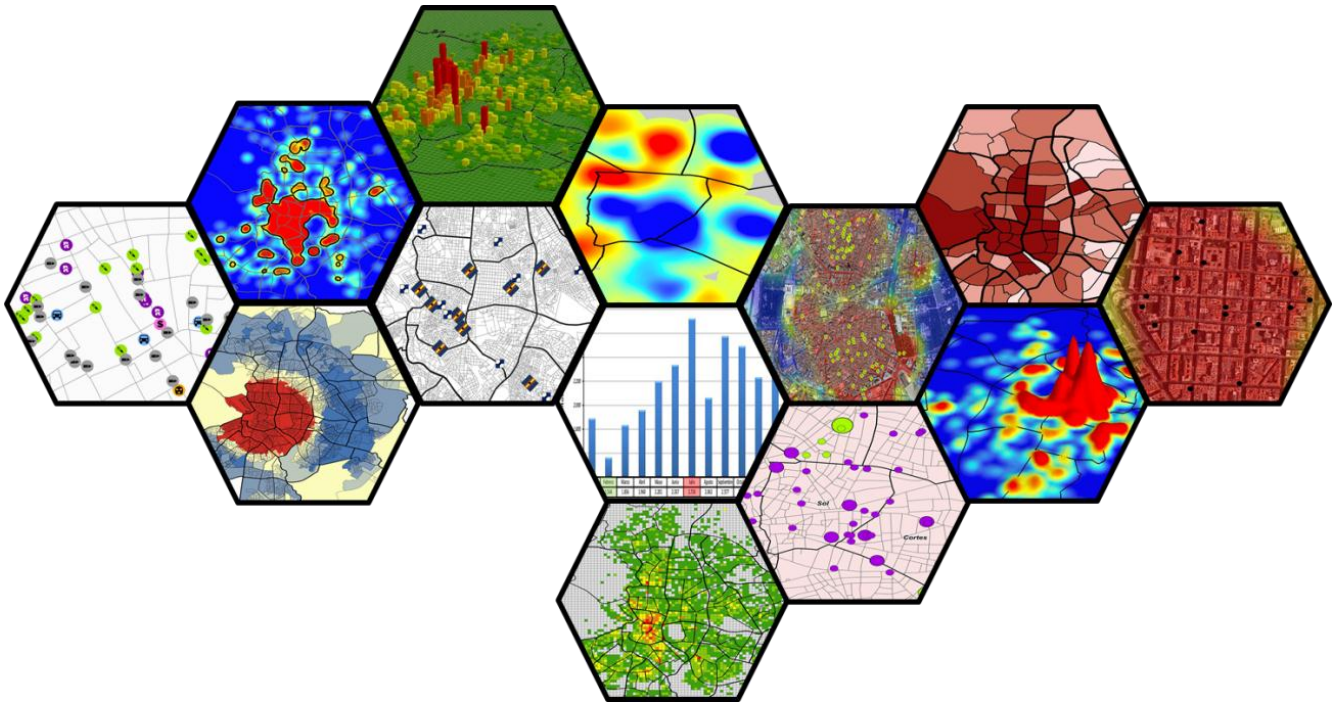


SIG, CRIMEN Y SEGURIDAD. ANÁLISIS, PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DEL FENÓMENO CRIMINAL



Alberto Ruiz García

Dirigido por: Felipe Javier Hernando Sanz

**MÁSTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
2011/2012**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**



ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes al análisis del crimen y la delincuencia	6
1.2. El modelo de análisis del crimen y la delincuencia	9
1.3. El proceso preventivo	12
1.4. ¿Por qué analizar el crimen y la delincuencia?	13
1.5. La situación actual del análisis del crimen	14
1.6. Análisis del crimen y geoprevención: el caso de España	15

CAPÍTULO II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1. Justificación del proyecto	17
2.2. Objetivos del proyecto	17

CAPÍTULO III. RECURSOS, FUENTES y METODOLOGÍA

3.1. Recursos	18
3.2. Fuentes	18
3.3. Metodología	19

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. La Villa de Madrid: características sociodemográficas	20
4.2. Principales espacios delictivos del municipio de Madrid	22

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DEL CRIMEN Y LA DELINCUENCIA

5.1. Recolección de datos y geocodificación	24
5.2. Análisis global del crimen y la delincuencia	25
5.2.1. <i>Crimen y delincuencia total</i>	25
5.2.2. <i>Crimen y delincuencia por distritos y barrios</i>	26
5.3. Análisis pormenorizado del crimen y la delincuencia	30
5.3.1. <i>Filtrado y selección de datos</i>	30
5.3.2. <i>Contextualización temporal y evolución horaria</i>	32
5.4. Datos agregados tasas medias delictivas	36
5.5. Victimización reiterada	39
5.6. Estudio de la agregación espacial y los <i>hot spots</i>	40
5.6.1. <i>Análisis de agregación espacial: Detección de clusters</i>	41
5.6.2. <i>Estudio del estadístico Getis-Ord Gi*</i>	42
5.6.3. <i>Análisis de hot spots mediante redes celulares</i>	44
5.6.4. <i>Análisis de hot spots mediante Kernel Density Estimation</i>	46
5.6.5. <i>Predicción de pautas espaciales: Prediction Accuracy Index</i>	50
5.7. Simulaciones y análisis específicos	52
5.7.1. <i>Variaciones temporales</i>	52
5.7.2. <i>Elaboración de animaciones temporales</i>	53
5.7.3. <i>Simulaciones 3D e implementación en globos virtuales</i>	54

CAPÍTULO VI. PREVENCIÓN Y EVALUACIÓN

6.1. Geoprevención y CPTED	56
6.2. Evaluación de estrategias preventivas	58

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

7.1. Conclusiones	59
7.2. Perspectivas de futuro	61

CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de chinchetas</i>	6
Figura 2. <i>Hipótesis Zonal de Burgess</i>	8
Figura 3. <i>Modelo de análisis del crimen</i>	12
Figura 4. <i>El proceso preventivo</i>	13
Figura 5. <i>Ubicación del municipio de Madrid</i>	20
Figura 6. <i>Centros policiales</i>	21
Figura 7. <i>Principales espacios delictivos</i>	23
Figura 8. <i>Delitos graves por distritos y barrios</i>	29
Figura 9. <i>Delitos graves por secciones censales</i>	31
Figura 10. <i>Mapa del crimen de Embajadores</i>	32
Figura 11. <i>Tasas medias delictivas</i>	38
Figura 12. <i>Victimización reiterada</i>	39
Figura 13. <i>Análisis Getis-Ord Gi*</i>	44
Figura 14. <i>Red celular 200x200 m</i>	45
Figura 15. <i>Análisis Kernel Density Estimation</i>	48
Figura 16. <i>Análisis KDE: Principales hot spots</i>	49
Figura 17. <i>Cálculo de la ecuación Prediction Accuracy Index</i>	51
Figura 18. <i>Variación temporal</i>	53
Figura 19. <i>Sucesión temporal</i>	54
Figura 20. <i>Tratamiento 3D: Red celular</i>	55
Figura 21. <i>Tratamiento 3D: Análisis KDE</i>	55
Figura 22. <i>Implementación en Google Earth.</i>	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Reloj de datos anual</i>	33
Gráfico 2. <i>Evolución mensual del crimen</i>	34
Gráfico 3. <i>Reloj de datos horario</i>	35
Gráfico 4. <i>Evolución diaria del crimen</i>	35
Gráfico 5. <i>Reloj de datos horario (Julio 10-16)</i>	36
Gráfico 6. <i>Análisis Average Nearest Neighbor</i>	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Formato tabulado de la base de datos</i>	24
Tabla 2. <i>Categorías delictivas</i>	26
Tabla 3. <i>Cifras delictivas</i>	28

— *¿Dónde moras, si se puede saber?*

— *En los suburbios de una ciudad — dijo él —.*

*Merodeando por las esquinas y los callejones ciegos
donde asaltantes y ladrones, como es sabido,
aguardan en sus secretas y terribles guaridas.*

Diálogo de los Cuentos de Canterbury.

Geoffrey Chaucer (1386).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes al Análisis del Crimen y la Delincuencia.

Desde el principio de los tiempos ha existido la necesidad de representar la información geográfica, ya fuera simplemente para definir la localización de determinados puntos de interés, tales como ciudades y fuentes de recursos, o para permitir la navegación y la apertura de las rutas comerciales marítimas. El crimen y la delincuencia también poseen unas características geográficas inherentes, y por lo tanto en algún momento surgió la necesidad de representarlas y enfrentarlas con variables que pudieran determinar y explicar la dinámica de estas actuaciones.

Remontándonos en el tiempo aproximadamente seiscientos años, encontramos algunos antecedentes precientíficos que relacionan la delincuencia con la clase social y el espacio, como por ejemplo la descripción realizada por Tomás Moro y Juan Luis Vives en el siglo XVI del efecto de la pobreza sobre el delito, observado por Sir John Fortescue en el siglo XV. Más tarde, en el siglo XVIII escritores como Bernard Mandeville, Henry Fielding o Patrick Colquhoun establecieron algunas causas de la criminalidad, entre las que se incluían la corrupción, el juego, la bebida, el analfabetismo o la deficiente aplicación de la Ley, aportando incluso descripciones gráficas de la delincuencia organizada (Hernando, 1999). Tradicionalmente, el estudio del crimen y la delincuencia ha sido abordado por disciplinas como la Psicología o la Sociología aunque los cuerpos policiales siempre habían reconocido la importancia del componente geográfico del crimen. Esto quedó patente en la historia de la geografía a través de los denominados “*pin maps*” (mapas de chinchetas) (Figura 1) elaborados antiguamente por los departamentos policiales (Chainey & Ratcliffe, 2005). Estos



Figura 1. Mapa de chinchetas o “*pin map*”. Fuente: Harries (1999).

mapas, de dimensiones considerables, solían representar límites administrativos o jurisdiccionales de las ciudades y servían exclusivamente para localizar los crímenes en el espacio, ya que fuera de esta aplicación, tenían serías limitaciones. Quizás fueran estas limitaciones las que motivarían el desarrollo del análisis del crimen y la delincuencia hasta llegar a la constitución de los primeros antecedentes de la Geografía del crimen.

Según Harries (1999) en el proceso de evolución del análisis del crimen surgieron tres escuelas principales:

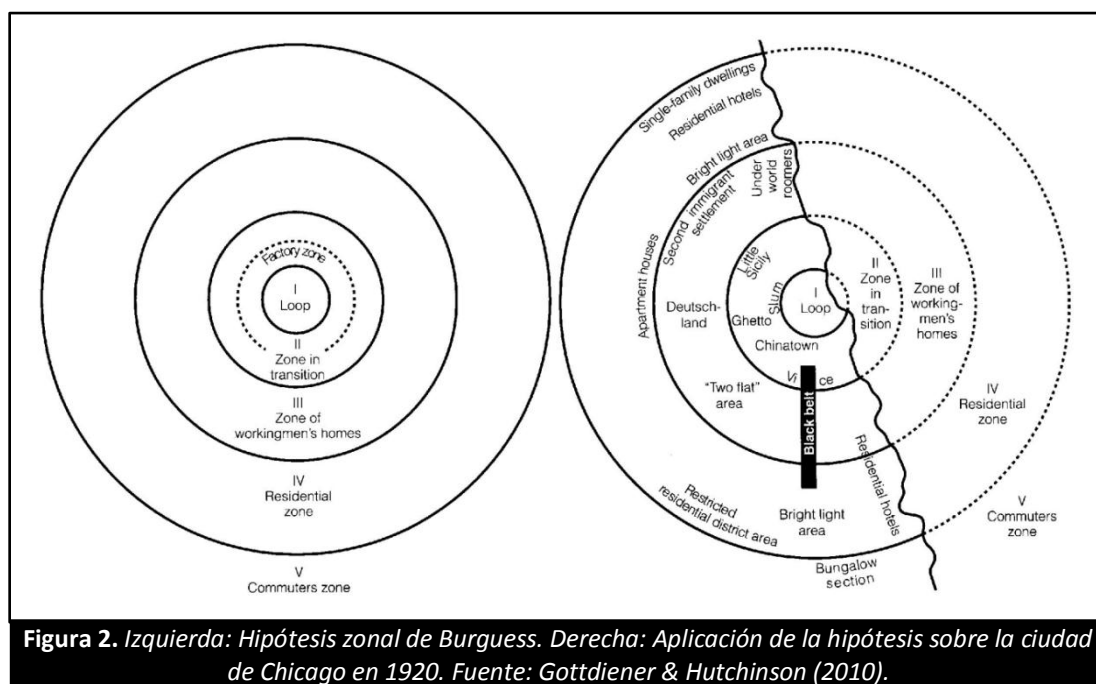
- Escuela Cartográfica: Desarrollada inicialmente en Francia y extendida posteriormente a otros países europeos, con especial énfasis en Inglaterra; esta escuela hacía uso frecuente de mapas en sus trabajos, que se centraron en la representación de las diferencias regionales e interurbanas de los índices de delincuencia y en la determinación de la influencia de variables como la riqueza o la densidad de población. También conocida como la “primera escuela cartográfica criminológica”, su actividad se desarrolló principalmente entre 1825 y 1890, y tal como indica Hernando (1999), “una de las mayores obsesiones de la escuela cartográfica de criminología fue dar a conocer las abismales diferencias existentes entre el medio rural y el medio urbano”, debido a que ya en aquella época el crimen y la delincuencia se consideraban fenómenos principalmente urbanos. Por otro lado, debemos destacar que los trabajos resultantes de la escuela cartográfica se elaboraron gracias a la utilización de los primeros datos estadísticos oficiales sobre crimen recabados por eminentes sociólogos franceses de la Escuela Cartográfica como Quetelet y Guerry (Vázquez, 2003). Serían pues los científicos sociales de la Inglaterra del siglo XIX los verdaderos precursores de la Geografía del Crimen gracias a sus análisis de las condiciones de vida en el medio urbano (Hernando, 1999).

- Escuela Tipológica: Surgida en el breve espacio de tiempo comprendido entre el periodo cartográfico y el desarrollo de la escuela ecológica en el siglo XX, centró sus esfuerzos en determinar las relaciones existentes entre los crímenes y las características físicas y mentales de los individuos que los perpetraban.

- Escuela Ecológica: También llamada ecología social, hace referencia a la Escuela Sociológica de Chicago surgida en la década de 1920, que en términos generales se centró en el análisis de las variaciones geográficas de las condiciones sociales asumiendo que estas estaban relacionadas con determinados patrones criminales (Harries, 1999). Los principales exponentes de la también denominada “Escuela de Chicago” fueron Ernest W. Burgess, Clifford R. Shaw y Henry D. McKay. En 1925 Burgess establecería la base principal de esta escuela mediante la denominada “Hipótesis Zonal”, en la que

establecía un modelo urbano basado en la división de la ciudad de Chicago en cinco zonas concéntricas (Figura 2). Según Burgess, existía una zona central llamada “zona de transición” caracterizada por ser un área potencialmente delincuente, con graves carencias de integración, elevados niveles de inmigración (Vázquez, 2003).

Tomando el relevo de Burgess, por su parte Shaw y McKay desarrollaron sus trabajos en dos áreas concretas: Estudios ecológicos que analizaban la distribución geográfica de la delincuencia en Chicago y otras ciudades; y la creación de programas de prevención de la delincuencia integrados bajo el nombre de “*Chicago Area Project*”. Bajo las hipótesis de Burgess, estos dos autores sostenían que la mejor manera de prevenir el crimen era prevenir la delincuencia juvenil, ya que la base de una carrera criminal adulta surge a una edad temprana (Vázquez, 2003).



No sería hasta la década de 1970 cuando la Geografía como ciencia, mostrara su particular interés por el estudio del crimen y la delincuencia a partir de los antecedentes anteriormente detallados. De esta manera, y a través de la diversificación de las sendas de investigación en materia de crimen y delincuencia, acabaría surgiendo la auténtica Geografía del crimen, que desarrollaría sus trabajos mediante la implementación a la investigación geográfica de ciencias como la Sociología o la Psicología (Hernando,

2006). Surgirían así, nuevas técnicas como la identificación de pautas y concentraciones del crimen, la exploración de las relaciones entre el crimen y determinadas características ambientales, socioeconómicas o demográficas, y técnicas para evaluar la eficacia de las actuaciones policiales y los programas de reducción y prevención del crimen y la delincuencia en áreas geográficas concretas (Chainey & Ratcliffe, 2005).

El desarrollo en la década de 1970 de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), aplicados originariamente en la temática de los usos del suelo en Inglaterra y Canadá (Harries, 1999; Chainey & Ratcliffe, 2005), y el posterior abaratamiento y mejora de los componentes informáticos que daban soporte a los SIG a finales de la década de 1980 y principios de 1990; supuso la adopción de estas herramientas por parte de los cuerpos policiales para el análisis y la prevención del crimen, más allá de las investigaciones académicas desarrolladas hasta la fecha, llegando incluso a desarrollarse herramientas más específicas basadas en SIG, por y para algunos departamentos policiales. Actualmente, las principales innovaciones en el campo de la Geografía y análisis del crimen y la delincuencia están dirigidas por el organismo del *National Institute of Justice* (NIJ) de los Estados Unidos, denominado *Mapping and Analysis for Public Safety* (MAPS) (Chainey & Ratcliffe, 2005). Esta iniciativa del gobierno estadounidense además de producir multitud de importantes publicaciones (Harries, 1999), y crear herramientas para el análisis del crimen, motivó el desarrollo de esta disciplina en otros países, incluyendo Inglaterra, Australia, Sudáfrica y otros de América del sur, de manera que en la actualidad el análisis del crimen y la delincuencia mediante SIG se encuentra ampliamente reconocido, como una herramienta indispensable para la reducción y prevención del crimen (Osborne & Wernicke, 2003).

1.2. El Modelo de Análisis del Crimen y la Delincuencia.

Desde los últimos 30 años, multitud de académicos relacionados con el análisis del crimen y la delincuencia han aportado multitud de definiciones al respecto. En 1980 Emig, M., Heck, R. y Kravitz, M., definieron el análisis del crimen de la siguiente manera: “El análisis del crimen hace referencia al conjunto de procesos sistemáticos y analíticos que proporcionan información pertinente sobre las pautas y correlaciones del crimen” (Boba, 2005). Más tarde, en el año 1994 Gottlieb, S., Arenberg, S. y Singh, R., completarían la anterior definición aportando los conceptos de asistencia, análisis

situacional, investigación, prevención y reducción del crimen: “El análisis del crimen hace referencia al conjunto de procesos sistemáticos y analíticos que proporcionan información pertinente sobre las pautas y correlaciones del crimen, para asistir al personal operativo y administrativo en la implementación de recursos para la prevención y reducción de las actividades delictivas, para ayudar en el proceso de investigación, y para aumentar el esclarecimiento de los casos” (Osborne & Wernicke, 2003; Boba, 2005). Ya en el año 2001, Rachel Boba, directora de la *Police Foundation* (Washington D.C.) aportaba su propia definición, incorporando los factores sociodemográficos y definiendo el análisis del crimen como “el estudio cualitativo y cuantitativo del crimen y la información sobre la aplicación de la ley, en combinación con factores sociodemográficos y espaciales, para detener criminales, prevenir el crimen, reducir el desorden y evaluar los procedimientos organizativos” (Boba, 2001). Finalmente, en 2005, la misma autora mejoró su definición anterior, aportando una de las mejores definiciones del análisis del crimen hasta la fecha: “El análisis del crimen es el estudio sistemático del crimen y los problemas del desorden, así como otros problemas relacionados con la policía, incluyendo factores sociodemográficos, espaciales y temporales, para ayudar a la policía en la detención de criminales y en la evaluación, prevención y reducción del crimen y el desorden” (Boba, 2005).

Definiciones concretas aparte, el análisis del crimen y la delincuencia se basa en la suposición de que el crimen no es totalmente aleatorio, ni se da de forma única y aislada, sino que puede analizarse de manera combinada en conjuntos que compartan determinadas características y permitan distinguir pautas concretas, de manera que se asume que el crimen y la delincuencia se concentra tanto en el espacio como en el tiempo.

En relación a esto Ekblom (1988), estableció que el análisis del crimen incluye dos componentes principales, uno relacionado con el resumen de la información delictiva y el intento de descubrir patrones determinados dentro de ella, como la existencia de zonas concretas en las que los actos delictivos tienden a concentrarse, de manera que se puedan centrar los esfuerzos de los cuerpos policiales en dichas zonas; y otro componente basado en la interpretación de patrones a mayor escala para intentar encontrar las razones y causas que expliquen el porqué del componente espacial de la criminalidad.

Aunque los componentes expuestos anteriormente, definan a grandes rasgos las competencias del análisis del crimen y la delincuencia, según Boba (2001, 2005) la disciplina que nos ocupa se puede dividir en cinco tipologías concretas que difieren en propósito, ámbito y tipología de datos y técnicas de análisis:

- Análisis de Inteligencia: Consiste en el estudio del crimen organizado para ayudar al personal investigador a establecer relaciones entre la información recabada, individuos sospechosos y determinados eventos y propiedades.

- Análisis de Investigación Criminal: Su objeto de estudio son los criminales, víctimas y escenas del crimen, así como las características físicas, sociodemográficas, psicológicas y geográficas de los mismos, con el fin de desarrollar modelos que permitan resolver la actividad criminal en serie.

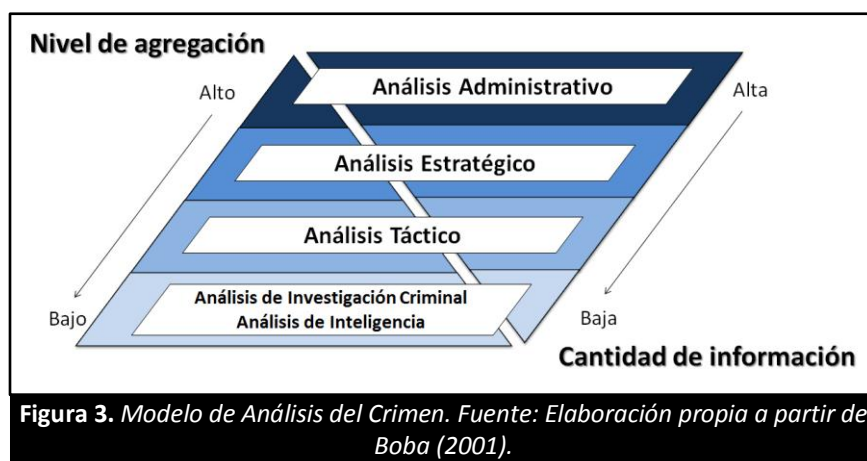
- Análisis Táctico: Se centra en el estudio de la actividad criminal, tanto reciente como potencial, mediante el análisis del cómo, cuándo y dónde, para detectar patrones y tendencias, pistas y sospechosos, y conseguir esclarecer los casos.

- Análisis Estratégico: Desarrolla su actividad mediante el estudio del crimen y la aplicación de la ley, de manera integrada con factores sociodemográficos y espaciales para determinar pautas a largo plazo y evaluar las respuestas y procedimientos de los cuerpos policiales.

- Análisis Administrativo: Esta última tipología de análisis del crimen tiene por objetivo la presentación de los resultados de la investigación criminal en base a aspectos legales, políticos y prácticos para informar al gobierno, a la administración, a los medios y a los ciudadanos.

Cada una de las tipologías que hemos definido, configuran un modelo global de análisis del crimen (Figura 3) basado en el nivel de agregación de la información. De esta manera, los tipos de análisis del crimen y la delincuencia que poseen bajos niveles de agregación, se centran en casos individuales y hacen uso de información y técnicas cualitativas, mientras que las tipologías que cuentan con valores altos de agregación, se centran en ámbitos amplios manejando cantidades de información mucho mayores (Boba, 2001).

El conjunto formado por el Análisis de Investigación Criminal y el Análisis de Inteligencia, hace uso de datos escasos y poco agregados, procedentes de redes de información sobre los criminales y su entorno personal, centrándose en



criminales específicos, la naturaleza de sus crímenes y delitos, sus relaciones y sus vidas en términos generales. El Análisis Táctico utiliza únicamente la información relativa a los crímenes y delitos informados a la policía, siendo esta principalmente cualitativa. En el caso del Análisis Estratégico se utilizan grandes cantidades de información, centrándose únicamente en aquellas variables que pueden ser fácilmente cuantificadas y manejadas estadísticamente como la fecha, hora, localización y tipo de crimen.

Por último, el Análisis Administrativo, presenta los datos más agregados de manera que una parte resumida de la información se ponga a disposición de los medios y los ciudadanos. De esta manera, cada uno de estos tipos de análisis, además de configurar el modelo explicado anteriormente, también da forma a la definición general de análisis del crimen y la delincuencia, ya que cada uno contiene tanto componentes compartidos por otras tipologías, como componentes propios y específicos de su especialidad.

1.3. El Proceso Preventivo. Gracias a la adopción de los SIG por los cuerpos y departamentos policiales, como una herramienta más en su lucha diaria contra el crimen, el modelo de análisis desarrollado en el apartado anterior se implementa de manera sencilla, precisa y eficaz en estos *software*, configurando un conjunto de técnicas y procesos que constituyen el denominado Proceso Preventivo (Ekblom, 1988) (Figura 4). El Proceso Preventivo comienza con la obtención de información relativa a los sucesos y actividades criminales. Aunque la tarea de recopilación de datos puede parecer sencilla, en ocasiones puede ser necesario complementar la base de datos mediante la observación directa o la creación de encuestas de victimización (MacFarlane *et al*, 2009).

A continuación se llevaría a cabo el análisis y la interpretación de la información reunida, es decir, se procedería a realizar el análisis del crimen y la delincuencia mediante las pautas explicadas con anterioridad. Seguidamente, y en base a los resultados de los análisis realizados, se lleva a cabo la elaboración de estrategias preventivas aplicadas a la problemática del crimen y la delincuencia. Estas estrategias o medidas preventivas pueden centrarse en una localización geográfica concreta, en los métodos delictivos, en los propios criminales o grupos delictivos; e incluso se pueden aplicar estas medidas en el medio urbano mediante técnicas como la prevención del crimen a través del diseño ambiental tal y como veremos más adelante. La etapa de implementación de las estrategias preventivas requiere un alto grado de coordinación y perseverancia para conseguir los objetivos propuestos.

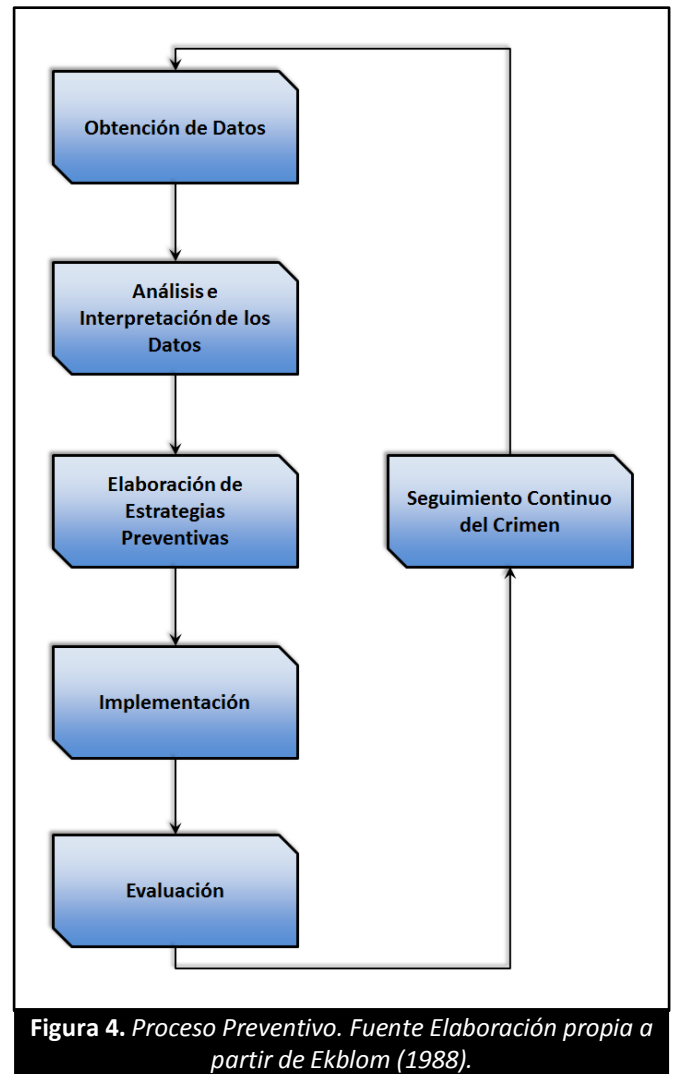


Figura 4. Proceso Preventivo. Fuente *Elaboración propia a partir de Ekblom (1988).*

Finalmente, la fase de evaluación trata de estimar el impacto de las estrategias de prevención sobre los niveles y tasas de crimen y delincuencia, con el fin de determinar si se han cumplido los objetivos planteados y si merece la pena seguir centrando los esfuerzos de los cuerpos policiales en dichas estrategias preventivas, de manera que el Proceso Preventivo funciona como un ciclo mantenido a través de un continuo seguimiento y monitorización del crimen.

1.4. ¿Por qué Analizar el Crimen y la Delincuencia?.

Llegados a este punto, y tras haber aportado algunas claves al respecto en apartados anteriores, podríamos decir que, en términos generales, analizar el crimen sirve para evaluar, prevenir y reducir las actividades criminales y delictivas, pero, ¿cuáles son las

utilidades concretas y para qué sirve realmente el análisis del crimen?. Podemos resumirlo de la siguiente manera según las aportaciones de Ekblom (1988), Borne & Wernicke (2003) y Chainey & Ratcliffe (2005):

- Registrar las llamadas de emergencia, incidentes, actividad policial y los proyectos de lucha contra el crimen.
- Comprender la distribución, la dinámica y los generadores de la actividad criminal.
- Identificar los puntos críticos del crimen y la delincuencia, para la focalización y asignación eficaz de efectivos policiales.
- Obtener información clara y concisa de los problemas de crimen y delincuencia a nivel zonal, local, municipal, autonómico, nacional y mundial.
- Maximizar los recursos de los cuerpos de la ley y el orden.
- Seguimiento del impacto de las iniciativas de prevención y reducción del crimen y la delincuencia.
- Hacer uso de la cartografía como un medio para la comunicación de los resultados de los análisis llevados a cabo.
- Informar periódicamente a los cuerpos policiales sobre pautas y tendencias criminales, generales y específicas.
- Apoyar en la elaboración de informes policiales mediante la identificación de los crímenes recientes y la predicción de aquellos que puedan ocurrir.
- Conseguir proactividad en la detención y prevención del delito.

1.5. La Situación Actual del Análisis del Crimen.

En la actualidad, la aplicación de los SIG al análisis del crimen, está representada principalmente por Estados Unidos e Inglaterra, habiendo desarrollado varios *software* basados en estadística espacial y SIG en las últimas décadas, que han sido implementados por los cuerpos policiales de diversos países. Uno de los cuerpos policiales pioneros al respecto es el Departamento de Policía de Nueva York (NYPD), que desarrolló en 1994 el *software* estadístico COMPSTAT (acrónimo de COMPUter STATistics) (Henry, 2006; Storch, 2006; Ozdemir, 2011).

La empresa *The Omega Group*, en el año 1996, puso a disposición de los cuerpos de seguridad la herramienta de análisis y cartografiado del crimen llamada CrimeView, que

ha evolucionado sobremanera hasta nuestros días (Schulman, 2001) (http://www.theomegagroup.com/police/crime_mapping_solutions.html).

En 1999, *Ned Levine & Associates*, con la financiación del *National Institute of Justice* (NIJ) del Departamento de Justicia de los Estados Unidos, publicaron el programa de estadística espacial, CrimeStat (Levine, 2004, 2005). Actualmente disponemos de la versión 3.3 desarrollada en 2010 (disponible en: <http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/>).

El NIJ, también desarrolló el SIG denominado RCAGIS (*Regional Crime Analysis Geographical Information System*) (Cooper & Herman, 2007) (disponible para su descarga en: <http://www.icpsr.umich.edu/files/NACJD/RCAGIS/>).

Una de las últimas herramientas desarrolladas en el campo del análisis del crimen y la delincuencia, es la extensión Crime Analyst para ArcGIS, de la empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) (versión de prueba disponible en: <http://www.esriuk.com/software/arcgis/crimeanalyst>). Su primera versión fue creada en 2005 por la subdivisión ESRI UK, y ha sido ampliamente acogida por los departamentos policiales de todo el Reino Unido.

1.6. Análisis del Crimen y Geoprevención: El Caso de España.

Se puede afirmar que España ha sufrido un considerable retraso en la utilización de los SIG, ya que el desarrollo de estas herramientas en nuestro país tiene lugar en la década de 1990, siendo en los últimos años cuando realmente han comenzado a introducirse tanto en las instituciones públicas como en las empresas privadas del territorio nacional.

En el ámbito del análisis del crimen y la delincuencia, la aplicación de los SIG por parte de las fuerzas de la ley también se encuentra retrasada con respecto a los avances del mundo anglosajón. El Cuerpo Nacional de Policía (CNP) hace uso de una herramienta denominada Sistema de Información Geográfica Policial (SIGPOL) atiende diversas labores de seguridad ciudadana. Dispone de funcionalidades geográficas básicas como la localización y visualización de los hechos delictivos a partir de la georreferenciación de los datos del sistema estadístico; o la monitorización de los vehículos policiales en tiempo real (CNP, 2010). Sin embargo, esta herramienta resulta insuficiente para las

necesidades policiales que plantean el crimen y la delincuencia, ya que carece totalmente de potencial analítico.

A nivel municipal y local, existen algunos ejemplos de buenas prácticas con respecto a los SIG enfocados al uso e investigación policial, pero debemos destacar el caso de la Policía Municipal de Madrid por encima de todos, del que podríamos decir que es uno de los cuerpos policiales más avanzados en el uso de los SIG en nuestro país, gracias a la labor del Centro Integrado de Seguridad y Emergencias de Madrid (CISEM) (Arias, 2009; Sánchez, 2009, González, 2010). El CISEM integra los cuerpos de seguridad y emergencias del Ayuntamiento de Madrid, mediante la utilización de SIG, la elaboración de mapas de riesgo, y la planificación de los servicios bajo la metodología planteada por el Atlas de la Seguridad de Madrid (Hernando *et al*, 2007), promovido por el Observatorio de la Seguridad de Madrid. El CISEM, se constituye como una propuesta operativa modélica para la aplicación de la denominada “geoprevención”, otro de los resultados del proceso preventivo explicado con anterioridad, y que consiste en el análisis de las relaciones existentes entre los agentes del crimen y el territorio, la integración de todas las estrategias preventivas necesarias, y su implementación mediante las tecnologías SIG para contribuir a la reducción del crimen y el aumento de la seguridad (Hernando, 2008).

CAPÍTULO II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1. Justificación del Proyecto.

Tal y como hemos evidenciado en el apartado anterior, la aplicación tardía en nuestro país, de los SIG a multitud de disciplinas y al análisis del crimen en particular, ha creado un desconocimiento del potencial de estas herramientas en el análisis, predicción y prevención del fenómeno criminal. Así pues, el presente trabajo se ha concebido como una herramienta que sirva para cubrir dicha necesidad, demostrando la utilidad de los SIG aplicados al análisis criminal a través de un repaso por la historia de la geografía del crimen, la evaluación de la situación actual, la aplicación de una metodología de análisis concreta basada en diferentes técnicas, y el desarrollo, implementación y evaluación de estrategias dirigidas a la reducción y prevención del fenómeno criminal.

2.2. Objetivos del Proyecto

Los objetivos concretos que se pretenden alcanzar son:

- Destacar la avanzada aplicación de los SIG al análisis del crimen en el mundo anglosajón.
- Poner de manifiesto la situación actual de los SIG en el ámbito policial nacional y municipal.
- Desarrollar las diferentes fases del proceso preventivo, utilizado en diferentes países en proceso analítico del crimen y la delincuencia.
- Aplicar y demostrar la utilidad de la herramienta específica para el estudio del crimen, denominada Crime Analyst.
- Evidenciar la utilidad, eficacia y efectividad de las diferentes tipologías analíticas encaminadas a estudiar el fenómeno delictivo tomando como zona de estudio el municipio de Madrid.
- Aplicar algunas de las técnicas más punteras en el campo que nos ocupa como representación de las perspectivas de futuro de esta disciplina.
- Definir el proceso de implementación y evaluación de estrategias de prevención del crimen basándonos en las premisas del concepto de la “Geoprevención”.
- Desarrollar los puntos clave de una de las estrategias preventivas por excelencia de la sociedad actual, la metodología CPTED (*Crime Prevention Through Environmental Design*).

CAPÍTULO III. RECURSOS, FUENTES Y METODOLOGÍA

3.1. Recursos.

Para la realización del presente trabajo y la consecución de los objetivos planteados con anterioridad, se ha hecho uso del software ArcGIS Desktop 10 comercializado por la empresa ESRI. Este SIG nos va a permitir llevar a cabo multitud de tareas relacionadas con pautas y estadísticas espaciales, pero determinados procesos centrados en el análisis del crimen y la delincuencia se han realizado a través de la extensión Crime Analyst 2.1.

Crime Analyst 2.1, integra las herramientas necesarias para comprender las incidencias relacionadas con la gestión de la delincuencia, incluyendo avanzados procesos de análisis espacial, de modelización y de investigación temporal. Al igual que ArcGIS, es un software de pago, pero para la realización de este proyecto, ESRI UK nos facilitó una licencia de prueba de 30 días a través de su departamento de ventas.

Por otro lado, Google Earth 6.2 ha sido la herramienta seleccionada para la implementación de los datos en un globo virtual con el fin de obtener una mejor comprensión de la información relacionada con el crimen.

Finalmente, para el tratamiento y preparación de la información tabulada, y la realización de determinados cálculos y gráficos, se ha empleado el programa Microsoft Excel 2010.

3.2. Fuentes.

En un principio, se pretendía realizar este trabajo con los últimos datos disponibles del crimen y la delincuencia en el municipio de Madrid. Para ello, nos pusimos en contacto con la Jefatura Superior de Policía Nacional y con la Jefatura de Policía Municipal mediante sendos correos entregados en mano, solicitando información estadística relativa a la localización, fecha y hora, y tipología de los delitos cometidos y denunciados durante el último año. Tras varias semanas de espera, ambos organismos denegaron la solicitud, pero pudimos obtener dicha información relativa al año 2006 a través del CISEM, el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid y el Atlas de la Seguridad (Hernando et al, 2007).

Por otro lado, se obtuvo toda la información estadística relativa a la población del municipio de Madrid en el año 2006, a través del Sistema de Tabulación On-line del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (disponible en: <http://www.madrid.org/iestadis/>), del Padrón Municipal de Habitantes de la Ciudad de Madrid de 2006 (disponible en: <http://www.madrid.es>) y del Instituto Nacional de Estadística (INE) (<http://www.ine.es/>). La información geográfica necesaria se ha obtenido del Nomenclátor Oficial y Callejero del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (disponible en: <http://www.madrid.org/nomecalles/>). Concretamente se han descargado capas en formato .shp relativas a las divisiones administrativas de los distritos, barrios y secciones censales, así como el callejero y las delimitaciones territoriales de la Comunidad y el Municipio de Madrid. Así mismo, y del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (<http://www.ign.es>), se ha obtenido la ortofoto PNOA de máxima resolución correspondiente a la hoja 0559 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

3.3. Metodología.

En todo proyecto de análisis del crimen y la delincuencia se siguen una serie de pasos que caracterizan el denominado proceso preventivo explicado con anterioridad. Ahora bien, en la fase de análisis e interpretación de los datos disponible, se sigue la metodología que plantea el concepto SARA (Scanning, Analysis, Response, Assesment) (Rachel, 2001; Clarke & Eck, 2005). Siguiendo las premisas de este concepto, en primer lugar realizaremos una “Exploración” de los datos mediante análisis generales que nos permitan situar y cuantificar el fenómeno criminal en el municipio de Madrid en el año 2006. Seguidamente y mediante un filtrado de la información, procederemos a realizar un “Análisis” pormenorizado de los delitos más graves, indagando en la existencia de tendencias y áreas de concentración, focalizando estos análisis en las zonas más interesantes desde el punto de vista del delito, y llevando a cabo algunas simulaciones con técnicas de análisis más específicas. El tercer paso consistirá en la elaboración de una “Respuesta” al crimen y la delincuencia, y para ello daremos algunas pinceladas al respecto mediante una serie de propuestas encaminadas a la prevención y reducción del delito. Finalmente, para realizar la fase de “Evaluación” se aportarán las ideas clave necesarias a la hora de evaluar la eficacia y efectividad de las medidas y propuestas en materia de prevención.

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. La Villa de Madrid: Características Sociodemográficas.

Situada en el centro de la Península Ibérica, Madrid, la capital de España, ha sufrido un proceso de urbanización extendido a lo largo del tiempo, que ha ido borrando la nítida oposición que existió antaño entre la ciudad y el campo. Tanto es así que con el paso del tiempo desbordó dichos límites, configurando en primer lugar una extensa área metropolitana, y más recientemente una amplia corona periurbana en la que prácticamente se incluyen todos los núcleos no metropolitanos que antiguamente se consideraban rurales (García & Sanz, 2002), estando actualmente dividido administrativamente en 21 distritos y 128 barrios (Figura 5).

Nuestro trabajo se centra en datos del año 2006 por las razones que se explican en apartados posteriores y todos los datos sociodemográficos se referirán a dicha fecha, de esta manera, la población del municipio de Madrid según el Padrón Municipal de 2006, era de 3.205.334 habitantes, con una cifra de 6.008.183 habitantes para el total de la Comunidad de Madrid.

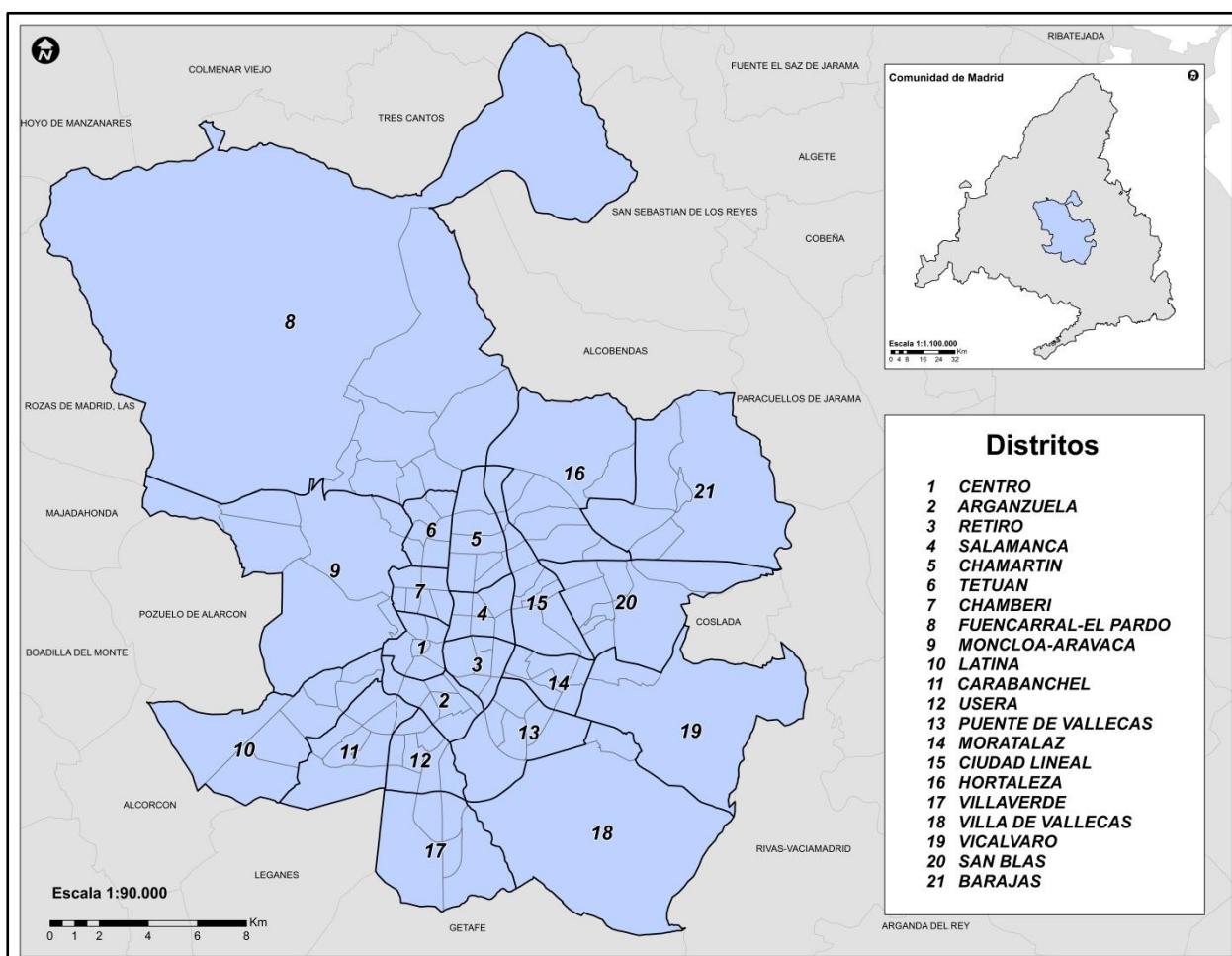


Figura 5. Ubicación del municipio de Madrid y los distritos que lo constituyen.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información geográfica del Instituto de Estadística de la CM.

Debemos destacar los distritos de Latina (261.990 habitantes), Carabanchel (249.865 habitantes) y Puente de Vallecas (246.074 habitantes) como los más poblados de la ciudad de Madrid. Si bien los distritos nombrados son los que mayor población presentan, no son los de mayor densidad poblacional. Para dicho indicador demográfico debemos destacar los distritos de Chamberí (32.103 Hab/Km²), Centro (28.587 Hab/Km²), Tetuán (28.404 Hab/Km²) y Salamanca (27.962 Hab/Km²) como aquellos que poseen la mayor densidad de población medida en habitantes por kilómetro cuadrado. En lo referente a la delincuencia de la ciudad, durante los últimos años, en la Comunidad de Madrid los Cuerpos de Seguridad del Estado han contabilizado algo más de la quinta parte de los delitos conocidos en España. Esto demuestra, en cierto modo, la importante asociación que existe entre delincuencia, población y urbanización. Así, dentro de la Comunidad de Madrid, el municipio de Madrid absorbe más de las tres cuartas partes de los delitos conocidos por la Policía (García & Sanz, 2002).

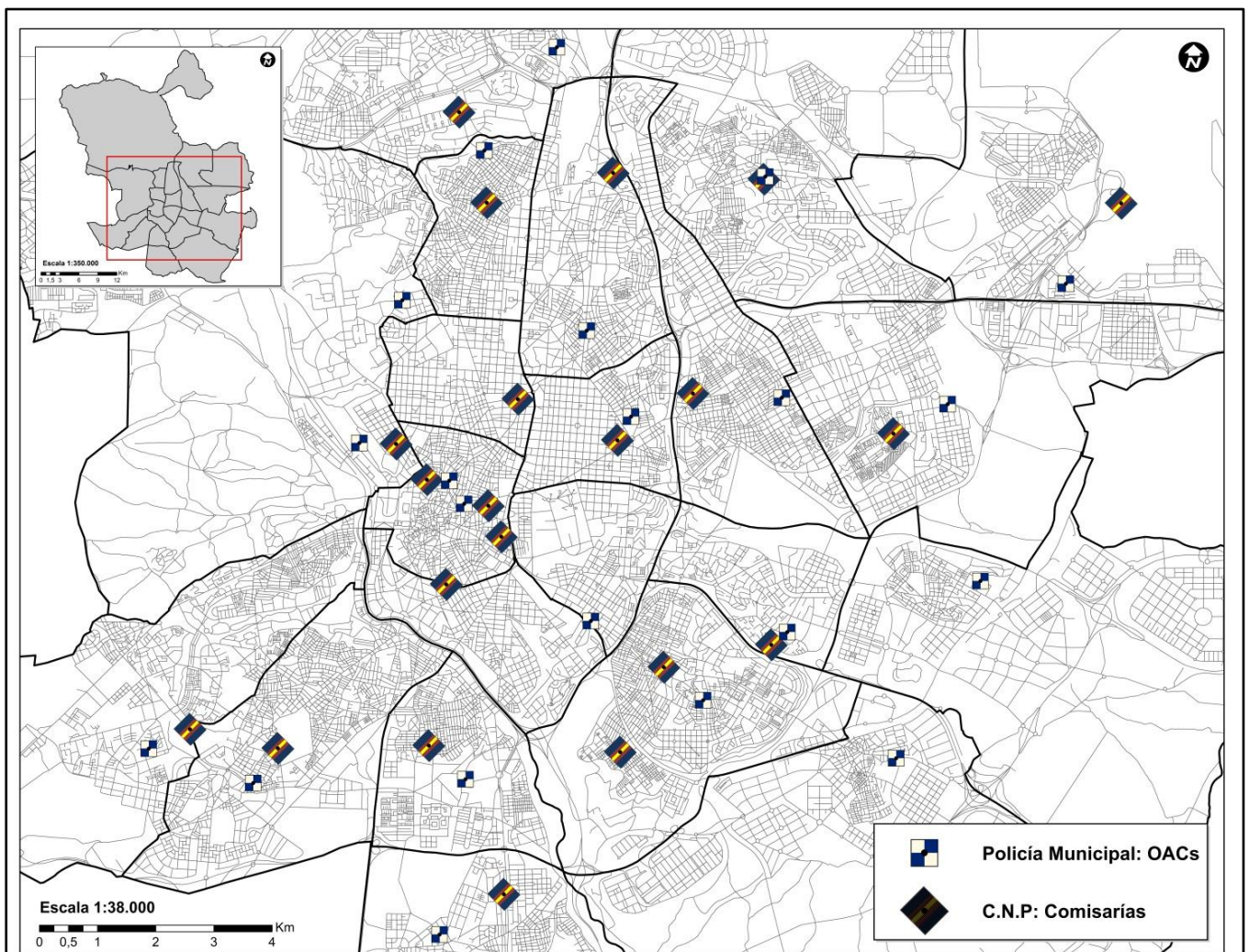


Figura 6. Localización de los centros policiales del C.N.P. y de la P.M.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información geográfica del Instituto de Estadística de la CM.

La ciudad de Madrid cuenta con un total de 42 centros policiales destinados a la seguridad ciudadana, repartidos entre el Cuerpo Nacional de Policía (CNP) y la Policía Municipal (PM) tal y como podemos apreciar en la Figura 6. El CNP cubre el territorio municipal de Madrid con 21 comisarías. Por su parte, la PM tiene a su disposición una Oficina de Atención al Ciudadano (OAC) en cada uno de los distritos que configuran la metrópoli (Fuente: Nomenclátor Oficial y Callejero del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid).

4.2. Principales Espacios Delictivos del Municipio de Madrid.

Los espacios delictivos clave de la geografía madrileña van a estar determinados por factores como la concentración de la población en determinadas zonas; la escasez de viandantes en algunos espacios públicos a determinadas horas del día; la desagregación social de algunos barrios de la periferia; y la desocupación de los barrios dormitorio durante las horas matinales (Hernando, 2001a). Teniendo dichas premisas en cuenta, y según el Atlas de la Comunidad de Madrid (García & Sanz, 2002), se podrían establecer cuatro focos principales del fenómeno delictivo en la capital (Figura 7):

- El distrito Centro: El casco antiguo de la ciudad, registra las cifras más elevadas de la patología criminal, acogiendo aproximadamente el 13,06% del total de delitos registrados por las estadísticas oficiales.
- El distrito de Salamanca: Debido a la amplia implantación de establecimientos comerciales y servicios, existe una atracción delictiva determinante que hace que el distrito burgués de la urbe madrileña registre más del 8,76% de los delitos denunciados a los cuerpos policiales. Es destacable que casi la mitad del número total de delitos del distrito se concentran en dos de sus seis barrios, concretamente en los barrios de Recoletos y Goya.
- El distrito de Chamartín: Localizado al norte de la ciudad y caracterizado por ser principalmente una zona residencial de clase media-alta, este distrito reúne un 7,60% de la delincuencia total del municipio de Madrid.
- El distrito de Carabanchel: Situado en la periferia suroeste, en él se localizan algunos de los espacios delictivos emergentes, y registra el 7,09% de las infracciones registradas por los organismos policiales.

En lo referente al tráfico y consumo de drogas, y debido a su capacidad tanto productora como atrayente de la actividad delictiva, debemos destacar las zonas principales de este negocio en la ciudad de Madrid, que a su vez ponen de manifiesto el dinamismo del fenómeno criminal. De esta manera, si en los inicios de la primera década del presente siglo, el poblado de Las Barranquillas, en el distrito de Villa de Vallecas, se configuraba como el mayor “hipermercado” de la droga en Madrid; en la actualidad se ha desplazado a otros espacios más periféricos como la Cañada Real, también en el distrito de Villa de Vallecas (Hernando, 2002).

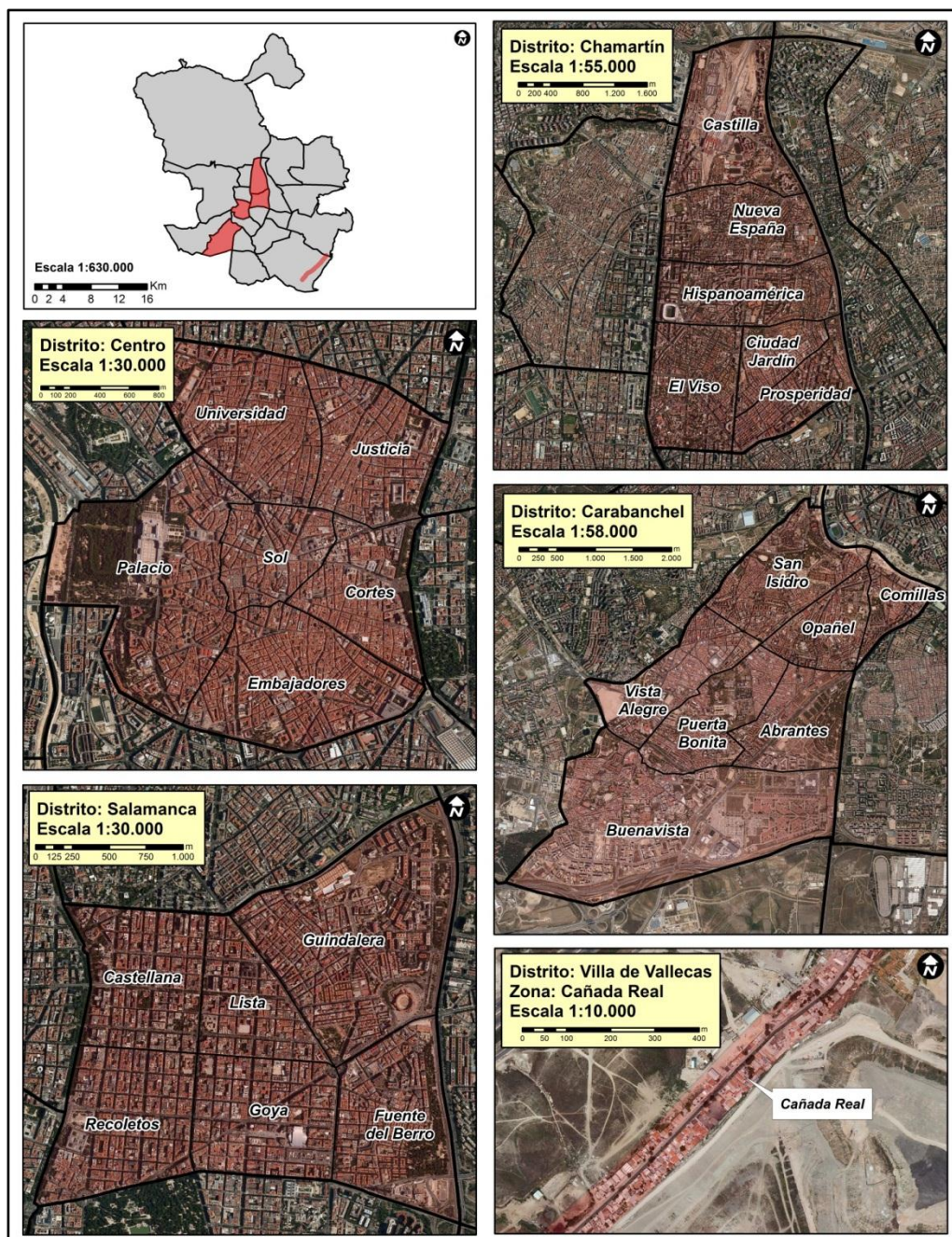


Figura 7. Principales espacios delictivos del municipio de Madrid.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información geográfica del Instituto de Estadística de la CM y la ortofoto PNOA de máxima resolución del IGN.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DEL CRIMEN Y LA DELINCUENCIA

5.1. Recolección de Datos y Geocodificación.

En lo relativo al crimen y la delincuencia, siempre que se produce un incidente éste se da en una localización geográfica concreta. A menudo, la información de estos incidentes incluye las coordenadas exactas del lugar, pero debido a que gran parte de las localizaciones se refieren a los datos aportados por las propias víctimas o denunciantes; se hace necesario implementar los datos en los SIG mediante la técnica denominada “Geocodificación”. Esta técnica consiste básicamente en la transformación de la dirección del lugar donde se ha producido el incidente en sus correspondientes coordenadas. Para ello los SIG utilizan determinados algoritmos que aplicados sobre las direcciones (que deben presentarse en un formato concreto) y una red que hará de referencia espacial, (construida a partir de un callejero de la ciudad en cuestión); determinan la localización de los delitos en las calles (Boba, 2001; Gorr & Kurland, 2012).

En nuestro caso, la información obtenida través del CISEM, el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid y el Atlas de la Seguridad (Hernando et al, 2007), nos aporta las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) de cada uno de los incidentes cotejados por la Policía Municipal en la ciudad de Madrid a lo largo del año 2006, por lo que no es necesario realizar el proceso de geocodificación para poder implementar los datos en ArcGIS. De esta manera, se han utilizado herramientas específicas de este *software*, para elaborar una capa de puntos en formato *shapefile* a partir de dichas coordenadas, permitiendo así la visualización, análisis e interpretación de todos los eventos que tuvieron lugar en el municipio de Madrid en el año 2006. Así pues, contamos con un total de 359.850 incidentes cotejados de la cifra total de 665.152 que se dieron durante el año 2006. El formato de los datos se puede apreciar en la Tabla 1, y está caracterizado por ocho campos que recogen respectivamente diferentes aspectos del evento en cuestión.

FECHA_CR	TIPO_INC	COD_DIST	COD_BARR	COORD_X	COORD_Y	DISTRITO	BARRIO
2006-01-01 00:00:33	A5.7	15	24	444513,50	4477290,25	Ciudad Lineal	San Pascual
2006-01-01 00:00:53	N2.2	11	15	436130,16	4468991,01	Carabanchel	Buenavista
2006-01-01 00:04:58	C2.1	14	57	445833,63	4472662,87	Moratalaz	Fontarrón
2006-01-01 00:19:53	N1.1.1	8	53	441533,88	4483086,22	Fuencarral-El Pardo	Valverde

Tabla 1. Formato tabulado de los incidentes del año 2006 en el municipio de Madrid. Fuente: CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

El campo “FECHA_CR” incluye la información relativa a la fecha y hora del incidente; el campo “TIPO_INC” hace referencia al código utilizado por la Policía Municipal para clasificar cada incidente, y no todos los incidentes hacen referencia a delitos o crímenes, por ejemplo el código “N1.1.1” se utiliza para designar los incendios en viviendas. Por otro lado los campos “COD_DIST” y “COD_BARR” recogen el código del distrito y del barrio donde se ha producido el incidente, cuyos nombres textuales aparecen en los campos “DISTRITO” y “BARRIO”. Por último las coordenadas exactas de cada uno de los incidentes se recogen en los campos “COORD_X” y “COORD_Y”.

5.2. Análisis Global del Crimen y la Delincuencia.

5.2.1. Crimen y Delincuencia Total.

Para proceder a la realización del análisis y exploración general de los datos con que contamos, en primer lugar debemos realizar un filtrado de nuestra base de datos, ya que como hemos explicado anteriormente, no todos los incidentes registrados en 2006 son relativos al crimen y la delincuencia. De esta manera, y en base a los códigos tipológicos que clasifican las incidencias, seleccionamos los delitos graves como representantes del fenómeno crimen.

La Tabla 2 recoge las 26 tipologías del delito que se consideran graves y que han sido seleccionadas para representar el conjunto del crimen y la delincuencia. Así mismo se incluyen 10 categorías delictivas que agrupan dichas tipologías. En la misma tabla podemos apreciar el número de incidencias para cada tipología, configurando un total de 26.210 incidentes relacionados con delitos graves. Esto nos permite realizar un primer análisis global identificando las reyertas en vía pública (14.902 incidencias), la tenencia de armas prohibidas (2.491 incidencias) y los robos en establecimiento (1.366) como las tipologías delictivas principales de la urbe madrileña, reuniendo más del 70% del total de incidencias en la capital. También debemos destacar el importante papel de los robos en el fenómeno delictivo, ya que en conjunto registran una cifra de 4.517 incidencias, y suponen más del 17% del total. Esta categoría delictiva, aunque se ve principalmente representada por los robos en establecimientos, también está caracterizada por los robos perpetrados a personas, tales como los “tirones” y robos al descuido propios de los “carteristas” y “descuideros” en zonas céntricas como el barrio de Sol en el distrito Centro (Hernando, 2001a).

Código	Categoría Delictiva	Tipología del Delito	Incidencias	Incidencias (%)
AA.1	Agresiones a Agentes de la Ley	Agresión a Policía Municipal	40	0,15
AA.5	Agresiones a Agentes de la Ley	Agresión a Agentes Movilidad	296	1,13
M1.1	Sustracción de Vehículos	Vehículo sustraído con ocupantes	113	0,43
M1.2	Sustracción de Vehículos	Vehículo sustraído sin ocupantes	677	2,58
M2.1	Robos	Robo en establecimiento	1.366	5,21
M2.2	Robos	Robo en vivienda o domicilio	199	0,76
M2.3	Robos	Robo a personas	993	3,79
M2.4	Robos	Robo a personas con violencia y lesiones	87	0,33
M2.5	Robos	Robo en vehículos	868	3,31
M2.6	Robos	Otros robos	1.004	3,83
M3.1	Atracos	Atraco en vía pública con heridos	49	0,19
M3.2	Atracos	Atraco en vía pública sin heridos	33	0,13
M3.3	Atracos	Atraco a entidad bancaria	12	0,05
M3.4	Atracos	Atraco en otros establecimientos	30	0,11
M4.1.1	Reyertas	Reyerta en vía pública	14.902	56,86
M4.1.2	Reyertas	Reyerta con armas de fuego	98	0,37
M4.1.3	Reyertas	Reyerta con arma blanca	435	1,66
M4.1.4	Reyertas	Reyerta multitudinaria o de grupos	411	1,57
M4.1.5	Reyertas	Reyerta con heridos	525	2,00
M5.1	Tráfico de Droga	Tráfico de droga en vía pública	353	1,35
M5.2	Consumo de Droga	Consumo de droga en vía pública	957	3,65
M5.3	Consumo de Droga	Consumo de droga en establecimiento privado	36	0,14
M9.1	Tenencia, Fabricación y Tráfico de Armas	Tenencia de armas prohibidas	2.491	9,50
M9.3	Tenencia, Fabricación y Tráfico de Armas	Fabricación, comercialización y depósito de armas o munición	80	0,31
M9.4	Disparos con Arma de Fuego	Disparo con arma de fuego	69	0,26
N2.8	Agresiones Sexuales	Agresión sexual	86	0,33

Tabla 2. Categorías delictivas creadas y tipologías seleccionadas para el año 2006 en el municipio de Madrid. Se incluye el número exacto de incidencias de las mismas. Fuente: CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

En lo que a consumo y tráfico de drogas se refiere, las cifras pueden no parecer muy graves, sobre todo en el segundo caso, que reúne únicamente 353 incidencias. Sin embargo, estas cifras no representan la realidad del letal negocio del tráfico de estupefacientes, ya que como hemos comentado en el apartado que describe las principales zonas delictivas de la metrópoli, el principal mercado de la droga se encuentra en La Cañada Real y el menudeo de estas sustancias se lleva a cabo en un ambiente en el que no se denuncian dichas prácticas, y más concretamente, dentro de chabolas casi fortificadas a las que los cuerpos policiales no pueden acceder fácilmente.

Por otro lado, resultan alarmantes los datos relativos a la tenencia de armas prohibidas (2.291 incidencias), que sin duda alguna guardan relación con el submundo de la droga.

5.2.2. Crimen y Delincuencia por Distritos y Barrios.

Una vez se ha analizado el crimen en su conjunto, representado por las categorías definidas anteriormente, debemos proceder analizando la distribución espacial del crimen en los diferentes distritos y barrios que configuran la urbe madrileña. Para ello, la herramienta Crime Analyst nos permite, realizar un conteo de los delitos según las

diferentes divisiones administrativas objeto de estudio. El resultado es una cartografía temática de coropletas representada en la Figura 8.

Esta solución del *software* Crime Analyst resume en un sencillo paso el proceso, realizando una unión espacial de los atributos y representándola gráficamente de manera automática. Sin embargo, la clasificación que realiza esta extensión de ArcGIS no resulta siempre efectiva, por lo que en nuestro caso se ha optado por clasificar la información en 5 clases mediante intervalos naturales, que identifica los puntos de “ruptura” inherentes en los datos mediante la aplicación de una fórmula estadística, de manera que la representación es fiel a la información.

Para ayudarnos a explicar la figura, se ha elaborado la Tabla 3, que recoge el número exacto de delitos graves y su porcentaje respecto al total de 26.210. Así mismo también se muestra el barrio más delictivo de cada distrito, sus cifras de delito y el porcentaje con respecto al total del distrito. De esta manera, podemos apreciar que distritos y que barrios son los más representativos del fenómeno criminal en la urbe.

Con respecto a los distritos, y como habíamos adelantado en apartados anteriores, el distrito Centro se sitúa en el podio del delito con un total de 4.609 delitos graves que representan más del 17% de los delitos graves de la capital para el año 2006. Dentro del centro de Madrid, la zona más conflictiva sería el barrio de Embajadores, con 1.022 delitos graves que representan más del 22% del total de delitos graves del distrito Centro. Debemos puntualizar que las cifras delictivas del barrio de Embajadores se encuentran ligeramente sobredimensionadas, ya que es una zona que cuenta con uno de los mayores dispositivos policiales de la capital, por lo que se registra un mayor número de incidentes con respecto a otras zonas de la ciudad.

Por debajo de la zona centro de la capital, encontramos los distritos Puente de Vallecas y Carabanchel, que representan dos de los barrios periféricos por excelencia de la ciudad de Madrid. Respectivamente reúnen 1.995 y 1.797 delitos graves, lo que representa más del 7% de los delitos de la capital en el caso de Puente de Vallecas; y casi el 7% en el caso de Carabanchel. El barrio de San Diego, se configura como el más delictivo del distrito vallecano con un total de 564 delitos que suponen más del 28% del total del distrito. Dentro de los límites de Carabanchel, el barrio de Vista Alegre destaca con unas cifras de 425 delitos; más del 23% del total de delitos graves del distrito.

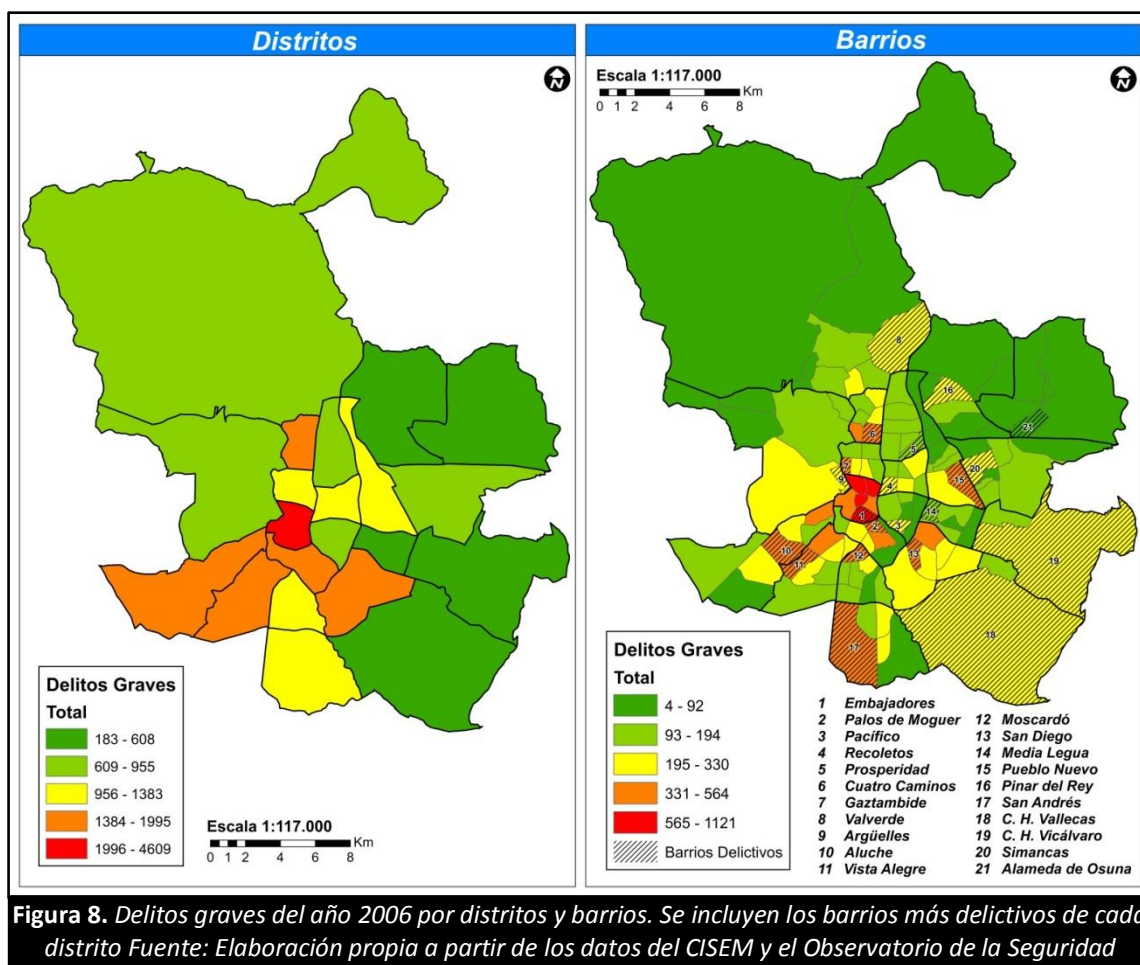
Finalmente, es mencionable también el caso del distrito de Tetuán, que también sufre los efectos de la descentralización, y que reúne un total de 1.699 delitos graves, de los cuales aproximadamente el 29% se localizan en el barrio de Cuatro Caminos.

Distrito	Delitos Graves	Delitos Graves (%)	Barrio más delictivo	Delitos Barrio más Delictivo	Delitos Barrio más Delictivo (%)
Centro	4609	17,58	Embajadores	1022	22,17
Puente de Vallecas	1995	7,61	San Diego	564	28,27
Carabanchel	1797	6,86	Vista Alegre	425	23,65
Tetuán	1699	6,48	Cuatro Caminos	492	28,96
Latina	1662	6,34	Aluche	561	33,75
Arganzuela	1558	5,94	Palos de Moguer	441	28,31
Chamberí	1383	5,28	Gaztambide	377	27,26
Ciudad Lineal	1355	5,17	Pueblo Nuevo	483	35,65
Usera	1289	4,92	Moscardó	364	28,24
Villaverde	1185	4,52	San Andrés	465	39,24
Salamanca	1143	4,36	Recoletos	291	25,46
Fuencarral - El Pardo	955	3,64	Valverde	244	25,55
Chamartín	947	3,61	Prosperidad	189	19,96
San Blas	881	3,36	Simancas	205	23,27
Moncloa - Aravaca	842	3,21	Argüelles	273	32,42
Retiro	737	2,81	Pacífico	207	28,09
Hortaleza	608	2,32	Pinar del Rey	234	38,49
Moratalaz	522	1,99	Media Legua	159	30,46
Villa de Vallecas	450	1,72	Casco Histórico	330	73,33
Vicálvaro	404	1,54	Casco Histórico	268	66,34
Barajas	183	0,70	Alameda de Osuna	74	40,44

Tabla 3. Cifras delictivas de los 21 distritos de Madrid. Se incluyen los barrios más delictivos de cada distrito y sus cifras respectivas. Fuente: CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

Por otro lado, debemos destacar el caso de los barrios de Aluche, Pueblo Nuevo, San Andrés y Palos de Moguer, que si bien no se encuentran en los cuatro distritos que más delitos graves reúnen, sí que representan cuatro de los barrios más delictivos de la capital, con unas cifras de 561, 483, 465 y 441 delitos graves respectivamente, ya que todos son barrios periféricos, excepto en el caso de Palos de Moguer, que acusa el efecto de la centralidad y la proximidad al casco antiguo de la ciudad de Madrid.

Como hemos dicho, la Figura 8 recoge el conteo de delitos graves tanto para los distritos como para los barrios de Madrid. Podemos apreciar perfectamente, sobre todo en el caso de los distritos, como el fenómeno criminal aumenta hacia el centro de la capital, evidenciando la importancia del factor de centralidad explicado en apartados anteriores, y siendo los distritos Centro, Tetuán, Arganzuela, Latina, Carabanchel y Puente de Vallecas los que mayor índice de criminalidad reunían en el año 2006.



Otra idea que podemos extraer de la Figura 8 es el hecho de las bajas cifras de delitos registradas en los distritos de Fuencarral-El Pardo, Barajas, Vicálvaro o Villa de Vallecas. Esto sucede debido a que estas zonas, además de ser de los distritos más extensos de la capital, son también los que menos población concentraban en el año 2006. En la actualidad, algunos de estos distritos se han visto ampliamente modificados, conformando grandes espacios urbanos, que dan pie a los llamados “barrios dormitorio”, a través de los Planes de Actuación Urbanística (PAU) como es el caso del denominado Ensanche de Vallecas en el distrito Villa de Vallecas al sureste de la ciudad.

En el caso de los barrios, la Figura 8 nos muestra cómo, en términos generales, las zonas más conflictivas se encuentran próximas o contiguas unas de otras, lo que nos permite entrever ligeramente la concentración y distribución espacial del fenómeno criminal en la ciudad de Madrid, que desarrollaremos más adelante mediante los denominados puntos calientes o *Hot spots*.

5.3. Análisis Pormenorizado del Crimen y la Delincuencia.

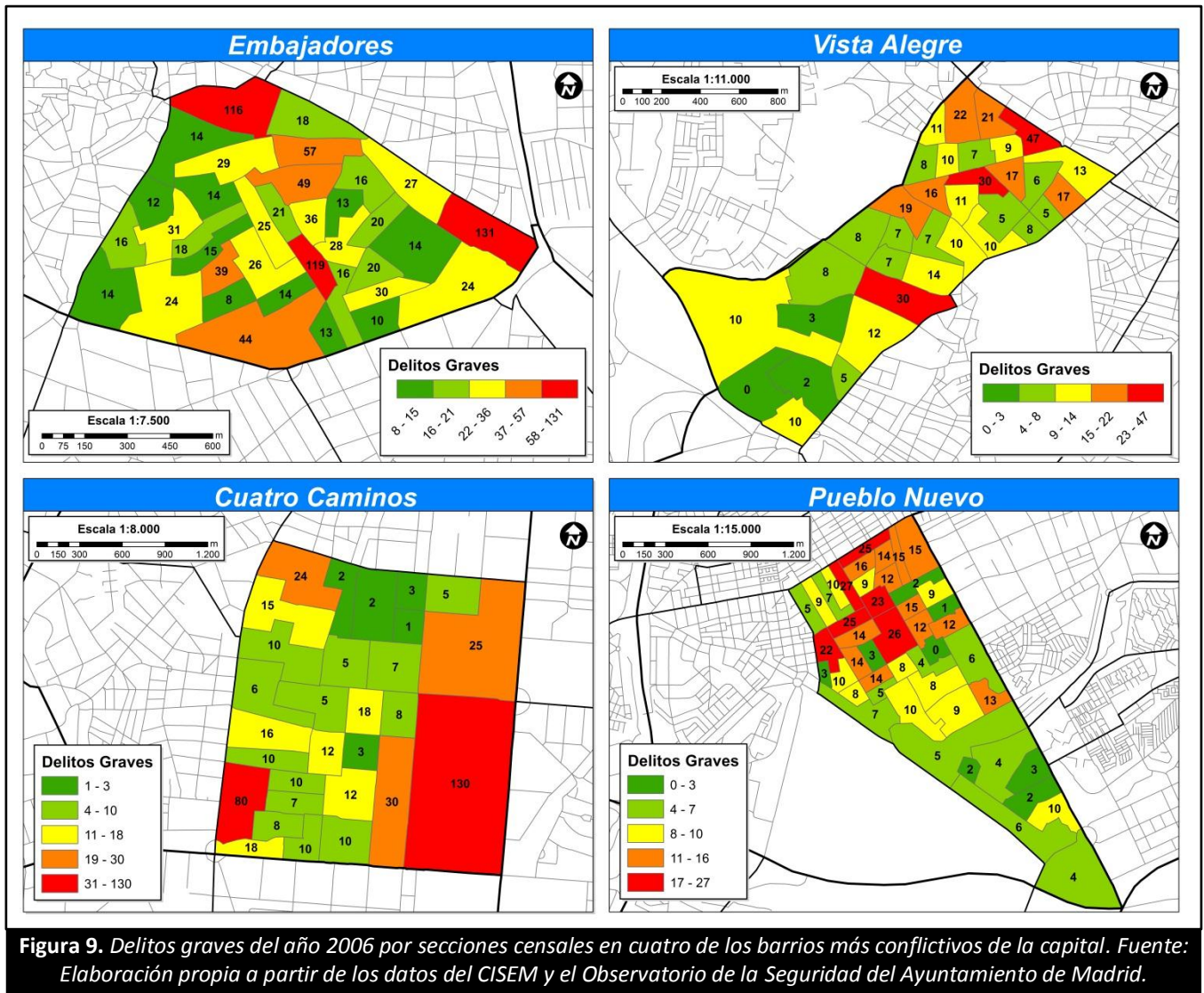
5.3.1. Filtrado y Selección de Datos.

El análisis pormenorizado del crimen y la delincuencia, implica reducir el espectro analítico, para ello descendemos a nivel de barrio y secciones censales, para analizar el crimen en aquellas zonas que hemos desarrollado y evidenciado en el apartado anterior y en la Figura 8 respectivamente. Así pues, para este apartado se han seleccionado cuatro barrios con altos niveles de criminalidad y que se encuentran lo suficientemente distribuidos por la superficie madrileña como para mostrar diferentes patrones delictivos. Nos centraremos pues, en los barrios de Embajadores (en el centro de la capital), Vista Alegre (en la zona suroeste), Cuatro Caminos (al norte de la capital) y Pueblo Nuevo (en la zona este). Así mismo, es necesario realizar de nuevo un filtrado de nuestra base de datos para reducir la dimensionalidad del conjunto y realizar los análisis de manera más efectiva, centrándonos en aquellos delitos más graves e importantes. Los delitos seleccionados son: Robos a personas, robos en viviendas, sustracción de vehículos, tráfico de drogas, tráfico de armas y agresiones sexuales.

Ya que pretendemos realizar un análisis pormenorizado, llevamos a cabo también un conteo de los delitos según las secciones censales de los cuatro barrios seleccionados, de manera que podemos apreciar en qué zonas se concentra el crimen dentro de los barrios. La Figura 9 recoge dicho conteo y en ella apreciamos como en el caso de Embajadores destacan la calle de Lavapiés (centro) y las inmediaciones del Museo Reina Sofía (sureste). En Vista Alegre, la zona de Carpetana (noreste) se configura como la más delictiva. En el caso del barrio de Cuatro Caminos, observamos que la mayoría de los delitos se concentran en la zona empresarial de AZCA (sureste). Finalmente en Pueblo nuevo, las inmediaciones de los metros de Ascao y Pueblo Nuevo (zona norte), concentran la mayor parte de los incidentes delictivos.

El primer paso para realizar el análisis pormenorizado del crimen y la delincuencia consiste en localizar geográficamente las incidencias. Para ello hemos elaborado una cartografía que recoge las seis tipologías delictivas seleccionadas para el desarrollo de este apartado. De esta manera, la Figura 10 nos muestra la localización de los incidentes dentro del barrio de Embajadores. Este tipo de cartografía constituye los mapas del crimen propiamente dichos, y son una herramienta básica en el estudio del crimen,

utilizada principalmente por las patrullas de la zona sobre la que se centra el mapa y que no requiere de mucha contextualización espacial debido al conocimiento de las calles, que tienen los agentes de campo dentro de su jurisdicción (Gorr & Kurland, 2012).



Como podemos apreciar en el mapa del crimen de Embajadores (Figura 10) esta cartografía nos permite identificar rápidamente aquellas zonas donde más se concentran las incidencias. Por ejemplo podemos apreciar como al sureste del distrito aparece una gran concentración de agresiones sexuales, robos y tráfico de armas, en la plaza del Museo Reina Sofía; pero también podemos apreciar cómo sucede lo mismo en el centro del distrito a lo largo de la calle de Lavapiés, con delitos relacionados con el robo y el tráfico de armas y drogas; se confirman así las ideas que extraíamos de la Figura 9.

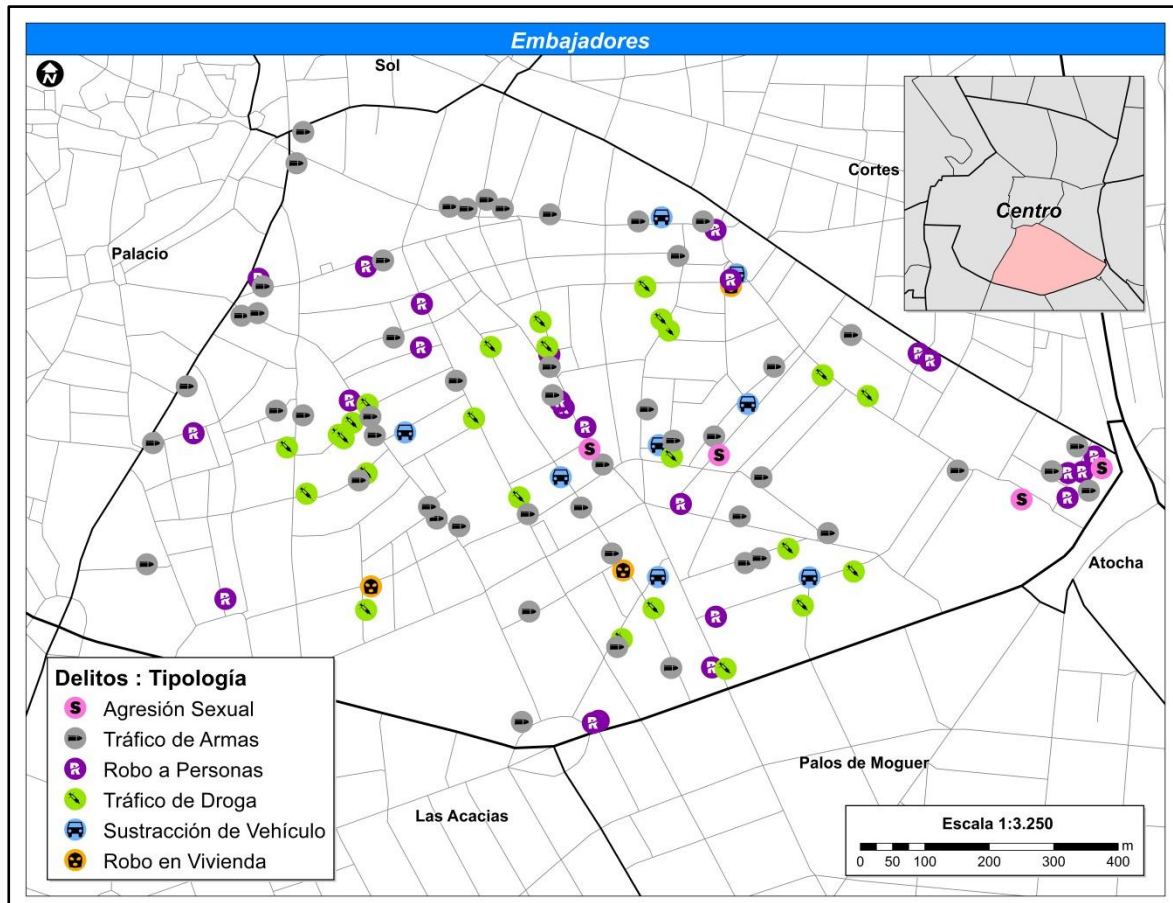


Figura 10. Mapa del crimen del barrio de Embajadores en el distrito Centro. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

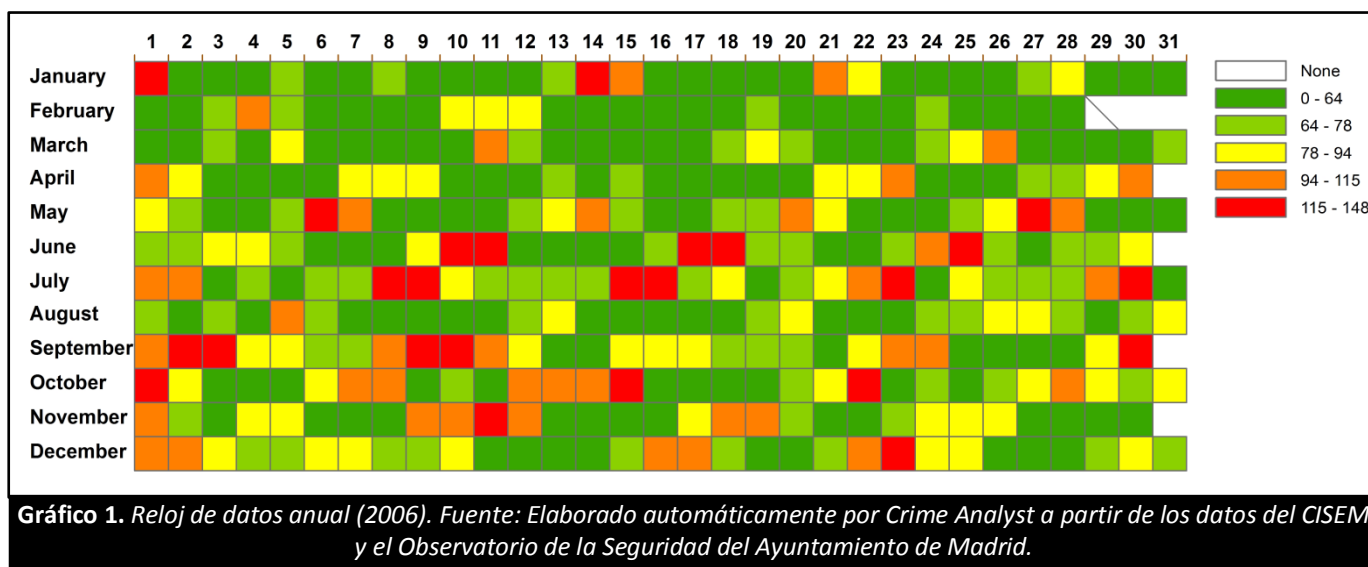
5.3.2. Contextualización Temporal y Evolución Horaria.

Junto con la localización de los incidentes, uno de los factores más importantes dentro del estudio del crimen y la delincuencia es la contextualización temporal y la evolución horaria. Los ciclos de actividad delictiva tienen una gran influencia sobre el fenómeno en conjunto, y describen las pautas exactas para algunas tipologías concretas. Por ejemplo, el número de incidentes a lo largo de una semana suele aumentar en las horas nocturnas del fin de semana, y tienden a concentrarse en las inmediaciones de los bares de copas y salas de fiesta. Así mismo, y por poner un ejemplo real de Madrid, el complejo empresarial de AZCA nombrado anteriormente, en el distrito de Cuatro Caminos, refleja perfectamente la importancia de la contextualización temporal.

Este complejo, durante el día es una zona de negocios con un gran flujo de viandantes, pero por la noche se transforma en zona de ocio lo que junto con su intrincado diseño interno, con multitud de niveles, hicieron que en 1983 fuera la sección censal con más delitos de la capital (Hernando, 2001a). Es por esto, que el análisis del factor tiempo nos

va a permitir detectar patrones y tendencias horarias, diarias, semanales, mensuales e incluso anuales, mostrando los ciclos de actividad e inactividad delictiva en cada uno de estos niveles (Ekblom, 1988; Clarke & Eck, 2005; Gorr & Kurland, 2012)

La extensión Crime Analyst, posee una gran herramienta para el análisis temporal, se trata de los denominados relojes de datos, que se caracterizan por ser una serie de gráficos en los que se muestra la concentración delictiva según el patrón temporal. El Gráfico 1 recoge uno de estos relojes de datos, y nos muestra la distribución temporal de los delitos graves de la capital a lo largo del año 2006.



Tal y como podemos apreciar en dicho gráfico, con una gama de colores se nos muestra el número de delitos graves acontecidos a lo largo de todos los días de cada uno de los meses para el año 2006. Aunque la cantidad de datos mostrada es bastante elevada, podemos detectar días clave con altas concentraciones delictivas que suelen coincidir con los sábados y domingos. También observamos como el mes de Julio es el que posee más días con más acentuación del fenómeno criminal (se observan pares de días con elevadas concentraciones que coinciden con el fin de semana), y como ocurre lo contrario con los meses de Febrero, Marzo, Abril y Agosto. Para ayudarnos a visualizar esta dinámica hemos elaborado el Gráfico 2, que mediante un histograma temporal nos muestra la misma dinámica que podemos apreciar en el reloj de datos de forma mensual, detectando los meses de mayor y menor actividad.

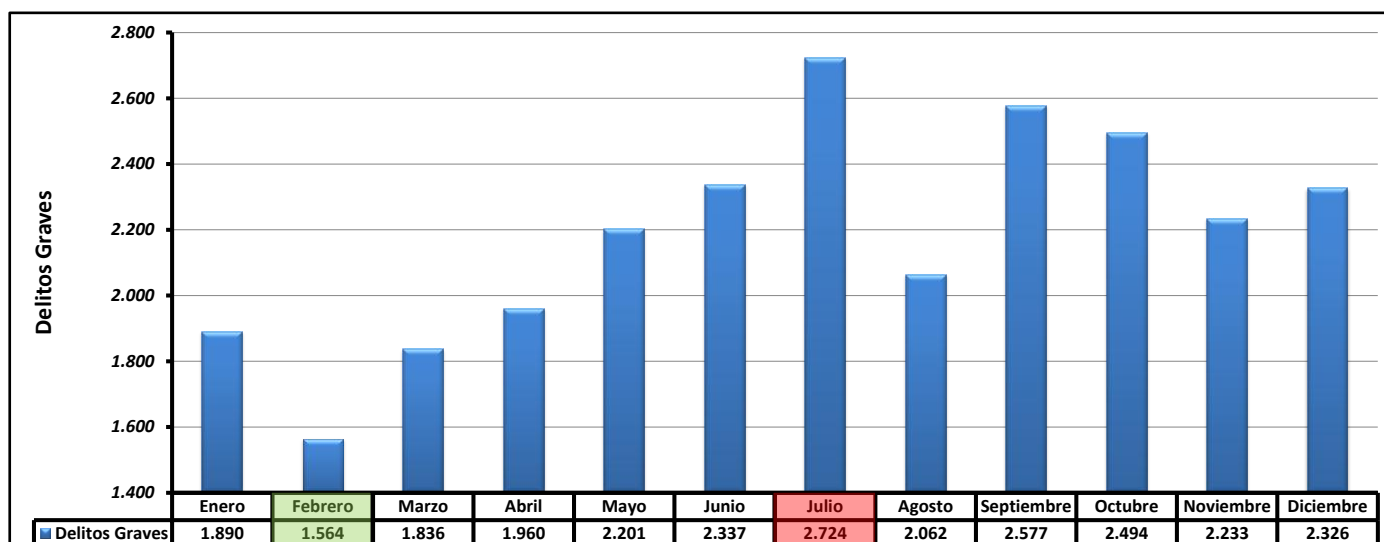
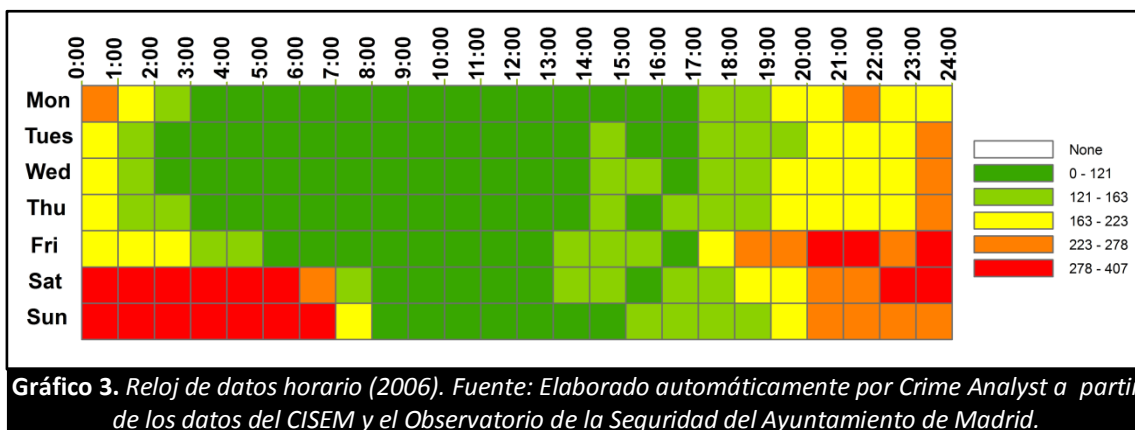


Gráfico 2. Evolución mensual del crimen en Madrid a lo largo del año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

La tendencia del crimen a lo largo del año 2006 es de crecimiento progresivo desde el mes de Febrero, alcanzando el máximo delictivo en Julio. El mes de Agosto, parece recoger no solo el periodo vacacional de la mayoría de la población madrileña si no también el de los individuos y colectivos criminales, ya que en dicho mes se produce un acusado descenso de las actividades delictivas, sin duda producido por la disminución de la población en la ciudad; aunque si realizamos un análisis más minucioso podremos observar como algunos crímenes aumentan su frecuencia, tales como los robos en viviendas, aunque la tendencia general sea de parón delictivo. En Septiembre vuelven a aumentar los índices delictivos, y disminuyen hasta el mes de Noviembre, a partir del cual y hasta el mes de Enero los índices se mantienen en ligero aumento.

Otra tipología de reloj de datos es el que nos muestra la evolución horaria del patrón delictivo. El Gráfico 3 nos muestra la distribución del delito a lo largo de los días de la semana durante el año 2006, de manera que podemos apreciar en que días y a que horas se concentra el crimen en términos generales. Al analizar la figura se detectan dos pautas concretas: La concentración de los delitos graves principalmente en el horario nocturno, concretamente desde las 19:00 hasta las 01:00 horas del día siguiente; la concentración de los delitos graves en las noches del fin de semana, concretamente en dos fases, desde las 18:00 horas de los viernes hasta las 07:00 horas de los sábados, y desde las 20:00 horas de los sábados hasta las 08:00 horas de los domingos.



El Gráfico 4 ilustra perfectamente estas conclusiones, y nos muestra como durante el año 2006 la mayoría de los delitos se producen en el fin de semana, siendo el sábado el día más ocupado para los agentes de los cuerpos de seguridad, mientras que los miércoles se configuran como los días con menos delitos en términos generales, apreciándose un aumento exponencial desde este día hasta el fin de semana.

Finalmente, la extensión Crime Analyst nos permite obtener otro modelo de reloj de datos, en este caso de disposición circular concéntrica y que resulta de gran utilidad para análisis más minuciosos, como el que realizamos a continuación.

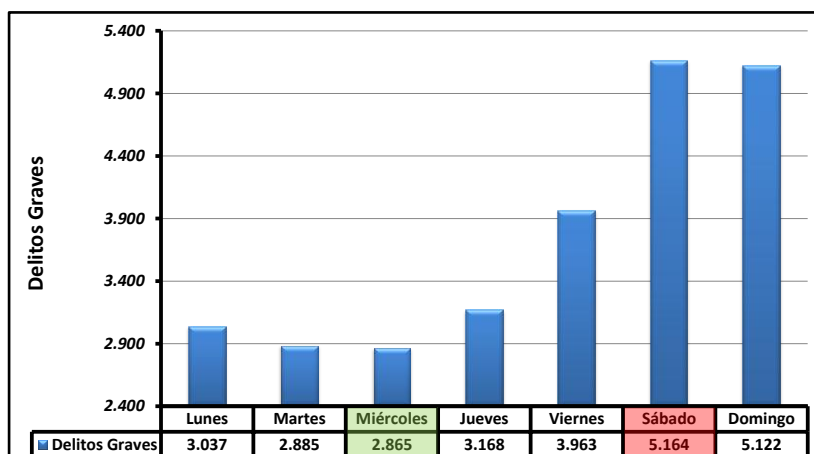
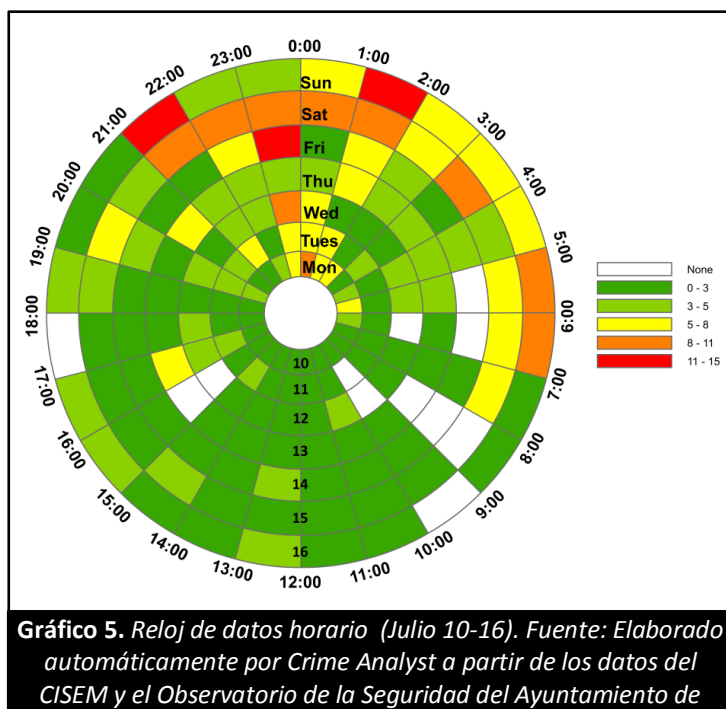


Gráfico 4. Evolución diaria del crimen en Madrid a lo largo del año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

Seleccionando los incidentes de la semana del 10 al 16 de Julio de 2006, hemos elaborado el Gráfico 5 que nos muestra los delitos acumulados por hora a lo largo de los días de una de las peores semanas del año en lo que al delito grave se refiere. En ella podemos apreciar la contextualización temporal exacta del fenómeno criminal, y sobre todo la evolución temporal y la continuidad de los delitos en el tiempo, destacando tres horarios concretos: En primer lugar el horario comprendido entre las 23:00 y las 0:00 horas del viernes 14; en segundo lugar, entre las 21:00 y las 02:00 horas del sábado 15; y finalmente entre las 21:00 - 22:00 horas y entre las 01:00 y las 02:00 del domingo 16.



Por último, debemos decir que una de las grandes posibilidades que nos aporta la herramienta Crime Analyst en lo relativo a los relojes de datos, es el análisis temporal del crimen de manera desagregada, pudiendo elaborar mediante estos gráficos, análisis específicos por tipologías delictivas, o por divisiones administrativas.

5.4. Datos Agregados: Tasas Medias Delictivas.

Una de las cartografías más interesantes que se pueden obtener a través del análisis del crimen y la delincuencia es la relativa a los datos agregados, es decir, representaciones gráficas que muestren tasas o índices elaborados a partir de varios tipos de información. En nuestro caso nos interesa conocer la cantidad de crímenes o delitos graves que tienen lugar en los distritos, barrios o secciones censales, en base a los habitantes que en ellos habitan. De esta manera nos podemos hacer idea de la densidad delictiva de la geografía madrileña.

Así pues, para la Figura 11 hemos elaborado una tasa media de delitos graves según los barrios de la capital, dividida en cuatro casos que muestran respectivamente la tasa media de delitos graves por 1.000 habitantes, la tasa media de robos a personas por 1.000 habitantes, la tasa media de sustracción de vehículos por 10.000 habitantes, y finalmente la tasa media de agresiones sexuales por 100.000 habitantes. La dimensionalidad poblacional de cada representación se ha modificado en cada caso para

mantener una ratio equilibrada entre el número de incidentes y el número de habitantes por barrio.

Gracias a esta tipología analítica podemos determinar, en base a la población, que barrios acumulan más densidad delictiva para el total de delitos, o incluso realizar un análisis más minucioso según la tipología del delito, de manera que podamos determinar los patrones de la distribución de determinados tipos de crímenes. Por ejemplo, en la figura anterior observamos como de nuevo resaltan los barrios más delictivos descritos con anterioridad, pero también aparecen algunas zonas nuevas en las que existe una ratio elevada entre el número de delitos y el número de habitantes, como por ejemplo la zona de Casa de Campo (situada al oeste de la ciudad) que se configura ahora como una nueva zona delictiva, que reúne elevadas tasas medias delictivas para las tres tipologías concretas que focaliza la Figura 11.

Por otro lado, el análisis de las tasas medias delictivas nos permite obtener de manera sencilla una medida de las dimensiones del crimen y el delito; por ejemplo, si comparamos la tasa media de robos con la tasa media de agresiones sexuales, podemos extraer rápidamente la conclusión de que en Madrid se producen muchos más robos que agresiones sexuales, por lo que la magnitud del fenómeno cleptómano es muy superior a la de los delitos de carácter sexual. Así pues, toda esta información puede ser utilizada para determinar la magnitud de diferentes tipologías delictivas, y posteriormente centrar los esfuerzos preventivos en las áreas más problemáticas (Boba & Velasco, 2000).

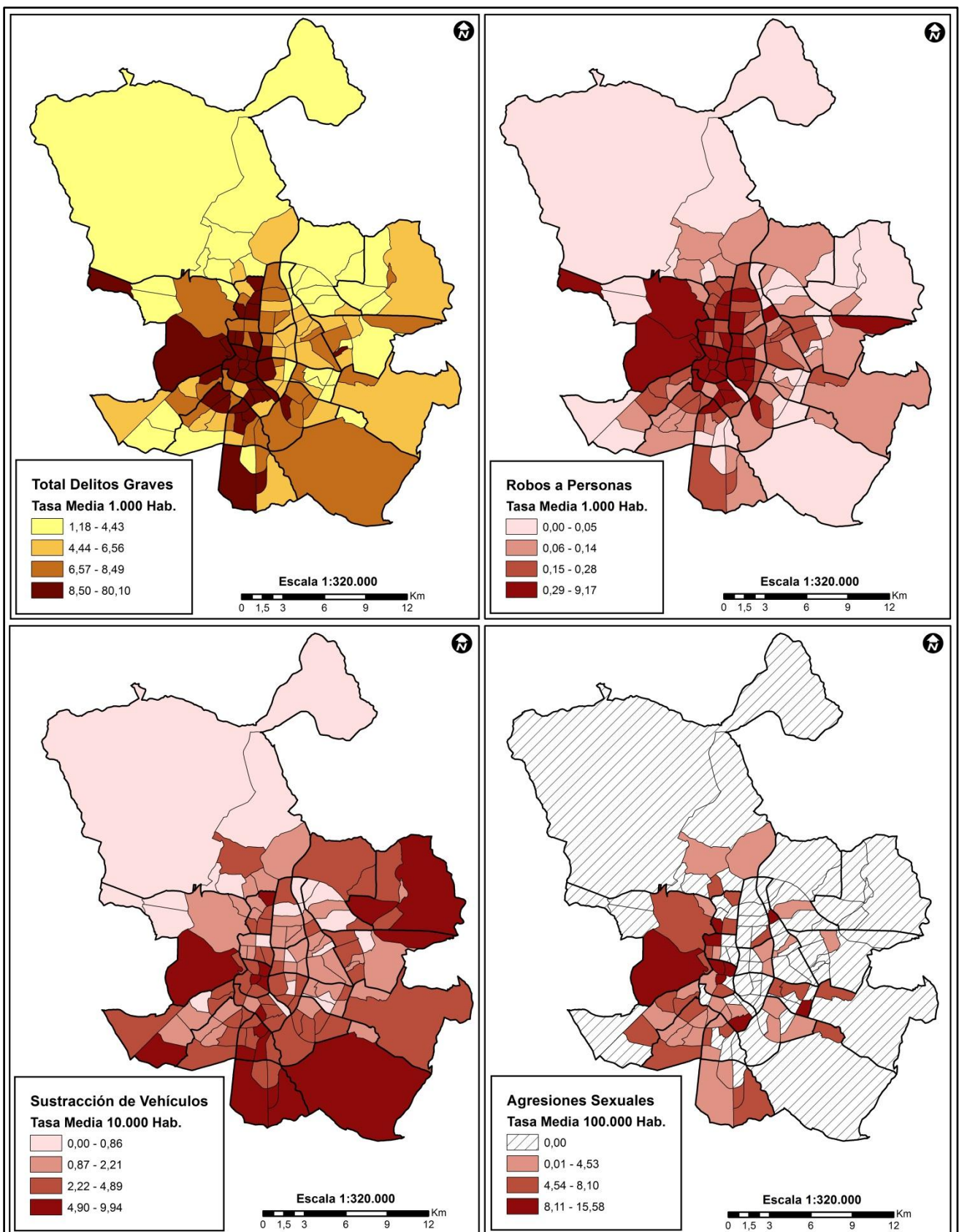


Figura 11. Tasas medias de delitos graves. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

5.5. Victimización Reiterada.

La victimización reiterada hace referencia a la repetición de las ofensas por parte de los criminales y delincuentes en determinadas zonas de la geografía urbana. La extensión Crime Analyst posee una herramienta específica para el tratamiento del caso que nos ocupa, de manera que puede realizar un análisis centrado en la reiteración de los incidentes delictivos en base a características postales, nominales o geográficas. En nuestro caso, hemos realizado el estudio de la victimización reiterada dentro del distrito Centro, en base a la localización geográfica exacta para dos tipologías delictivas: Robos a personas y tráfico de drogas. La Figura 12 recoge el resultado de manera gráfica, permitiéndonos comprobar como existen determinadas zonas en las que se han reiterado incidentes de ambos

tipos de delitos. En el caso de los robos, aunque su distribución es más general, existe reiteración de incidentes sobre todo en las inmediaciones de la Puerta del Sol y en la misma zona que ya adelantábamos en la Figura 10, la plaza del Museo Reina Sofía. En lo relativo al tráfico de drogas, se

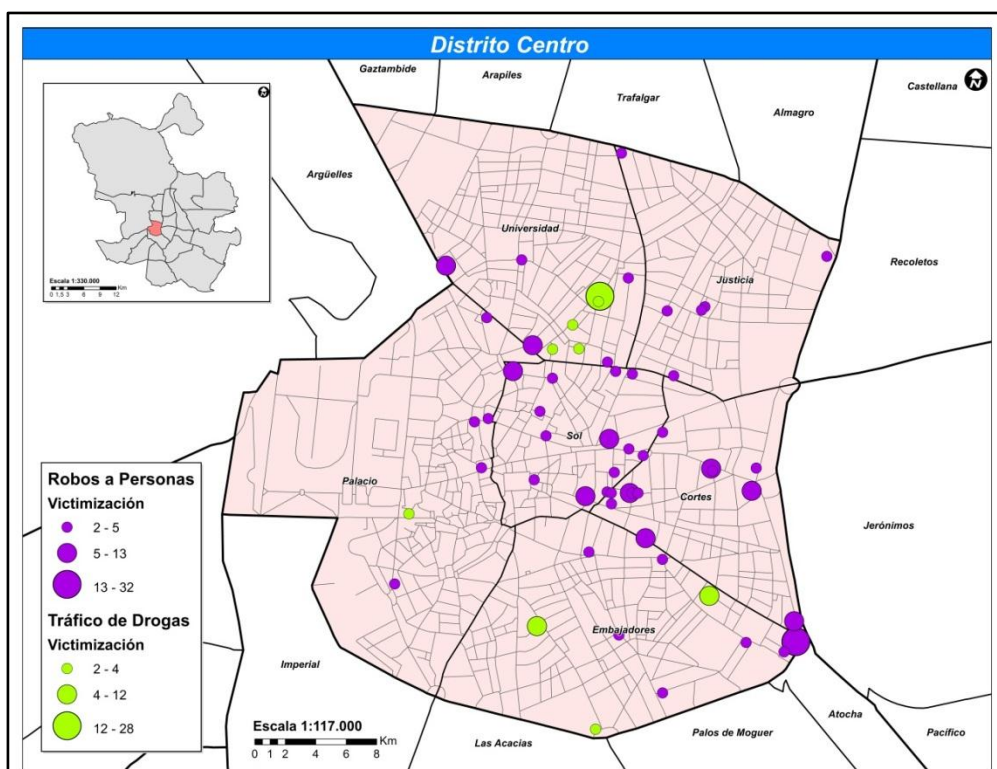


Figura 12. Análisis de victimización reiterada en el distrito Centro. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento

dan varios casos en el barrio de Embajadores, pero destacan principalmente los alrededores de la calle Corredera Baja de San Pablo al norte del eje de Gran vía. Así pues, el análisis de la victimización reiterada demuestra ser una buena herramienta para comenzar a diferenciar las zonas más problemáticas dentro del entramado urbano (Vozmediano & San Juan, 2010), para posteriormente realizar análisis más específicos relacionados con la definición y detección de los denominados puntos calientes o *hot spots* tal y como veremos a continuación.

5.6. Estudio de la Agregación Espacial y los *Hot spots*.

El análisis de las pautas espaciales del crimen es, sin duda, la técnica exploratoria más importante dentro del proceso analítico del crimen y la delincuencia a través de un SIG. Si las anteriores técnicas nos servían para determinar la magnitud de la variable crimen y realizar su contextualización geográfica y temporal, esta tipología analítica nos va a permitir determinar con exactitud los denominados puntos calientes o *Hot spots*, que hemos adelantado en apartados anteriores y cuyo estudio representa una popular técnica analítica utilizada para identificar las principales zonas donde los cuerpos policiales deben centrar sus esfuerzos de prevención y reducción del crimen y la delincuencia (Chainey *et al*, 2008).

Un *hot spot* implica una zona con algún tipo de agregación especial o *cluster*, aunque no todos los *clusters* tienden a configurarse como *hot spots* (Harries, 1999). Según Sherman (1995) podemos definir un *hot spot* como "lugares pequeños en los que la incidencia del delito es tan frecuente que es muy predecible, por lo menos durante un período de 1 año". Por lo tanto, y de acuerdo con Gorr & Kurland (2012) son zonas urbanas no muy amplias, que generan un elevado número de crímenes y que tienden a persistir en el tiempo, por lo que su identificación determina buenos objetivos para la implementación de metodologías policiales y estrategias preventivas. Además los *hot spots* son una herramienta que permite la predicción del crimen, ya que si una determinada zona de la urbe se encuentra dentro de los límites de un *hot spot*, los cuerpos policiales tendrán la certeza de que dicha zona es muy susceptible de sufrir más incidentes delictivos con el paso del tiempo.

El procedimiento para el análisis de los *hot spots* comenzaría con un primer análisis de la agregación espacial de los datos mediante un análisis de *clusters*, para seguidamente establecer tres tipologías de estudio de *hot spots*: Análisis del estadístico Getis-Ord G_i^* , análisis de *hot spots* mediante redes celulares y análisis de *hot spots* mediante el *Kernel Density Estimation* (KDE) (Harries, 1999; Eck *et al*, 2005; Chainey *et al*, 2008; Cheng & Swain, 2010; Gorr & Kurland, 2012).

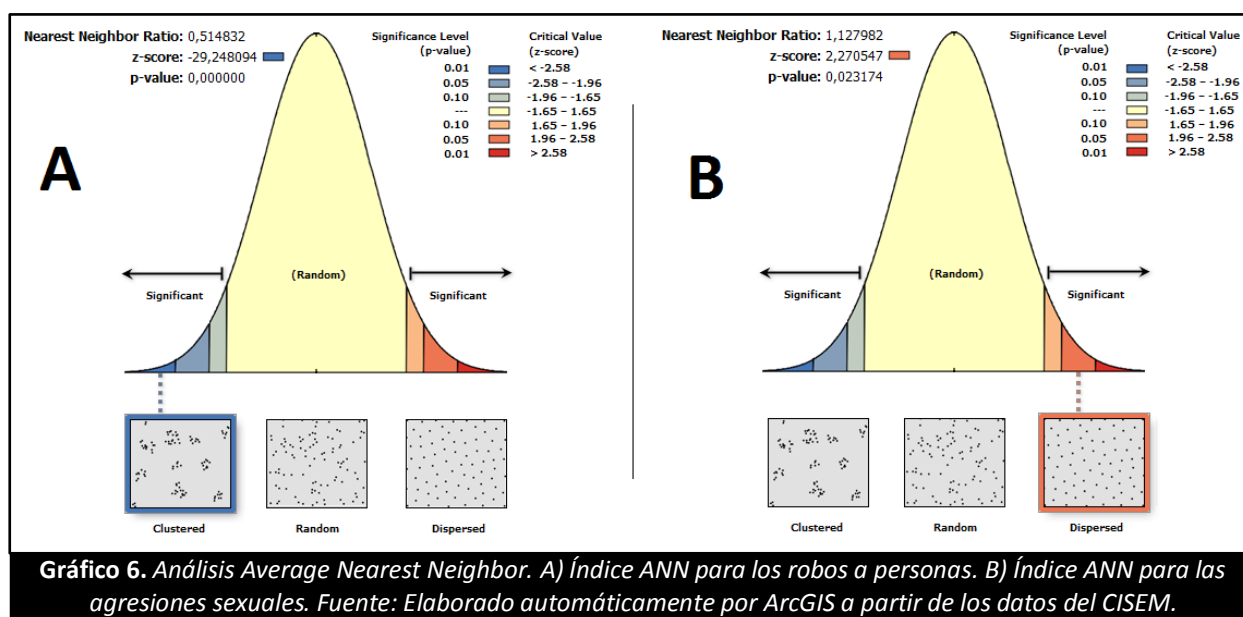
5.6.1. Análisis de Agregación Espacial: Detección de Clusters.

En primer lugar, debemos puntualizar que para aplicar la metodología de análisis de *hot spots* se ha seleccionado una tipología delictiva concreta, ya que de esta manera conseguimos simular el análisis minucioso y pormenorizado que se realizaría sobre un problema concreto. Si aplicáramos el análisis al conjunto del fenómeno criminal no obtendríamos resultados concretos y en la mayoría de los casos se configurarían grandes zonas calientes, lo que se aleja de la verdadera definición de los *hot spots*.

Antes de realizar el análisis de los *hot spots* que genera el crimen en la ciudad de Madrid, debemos llevar a cabo un análisis que nos permita determinar la existencia de agregación espacial, ya que si no existiera dicha agregación, no existirían *hot spots* y por lo tanto su análisis resultaría en una pérdida de tiempo y recursos. Por lo general, se considera que el crimen tiende a estar agregado espacialmente, aunque existen zonas urbanas que se alejan de esta tónica (Gorr & Kurland, 2012).

Para realizar el análisis de la agregación espacial y determinar la existencia de *clusters*, aplicamos el índice *Average Nearest Neighbor* (ANN), que consiste en un tipo de estadística espacial que calcula el valor medio de la distancia entre cada uno de los incidentes y su incidente más próximo (su “vecino” más cercano) y posteriormente calcula una ratio o índice comparando dicha medida, con el valor de la distancia media entre los incidentes de una distribución aleatoria. De esta manera y como resumen del proceso estadístico, se obtiene el índice ANN que nos evidencia la existencia de agregación espacial o *clusters* si su valor es inferior a 1.

A continuación, el Gráfico 8 nos muestra el resultado del índice ANN para los robos perpetrados a personas y las agresiones sexuales en la urbe madrileña. En él podemos apreciar como el índice ANN para los robos tiene un valor de 0.51, mientras que el índice ANN para las agresiones sexuales resulta en un valor de 1,13. La conclusión que se extrae de este análisis de agregación espacial es que los robos a personas tienden a agregarse espacialmente formando *clusters*, y por lo tanto cabe esperar la existencia de zonas calientes o *hot spots*. Por el contrario, las agresiones sexuales no tienen un patrón de agregación espacial y por lo tanto no plantea la existencia de *hot spots* localizados en pequeñas áreas urbanas.



El estudio de este índice de agregación espacial implica el problema de que únicamente nos sirve para determinar la existencia de agregación espacial en la variable deseada, pero no nos permite realizar una visualización gráfica sobre el SIG de las zonas que presentan dicha agregación, para solucionar esto podemos hacer uso del siguiente indicador.

5.6.2. Estudio del Estadístico Getis-Ord G_i^* .

La primera técnica de análisis de *hot spots* que vamos a emplear identifica los *hot spots* y los *cold spots* (puntos fríos) estadísticamente significativos a través del cálculo del estadístico Getis-Ord G_i^* . Este indicador opera con datos agregados, por lo que se ha realizado un conteo de los casos de robo a personas por sección censal, de manera que una determinado sección se configurará como *hot spot* siempre que tenga un número elevado de incidentes y esté rodeada por otras secciones con altos índices de criminalidad. El resultado que devuelve de este análisis es un valor denominado *z-score* que hace referencia a las desviaciones estándar, de manera que cuanto más positivo sea el *z-score* de una sección censal, mayor será la agregación de valores altos y por lo tanto existirá un *hot spot*. Si por el contrario el *z-score* resulta negativo, la sección censal pasará a configurarse como un *cold spot*.

Como hemos dicho, para llevar a cabo el análisis necesitamos agregar al seccionado censal de Madrid, los datos relacionados con los incidentes ya que el cálculo está ponderado en función del número de casos.

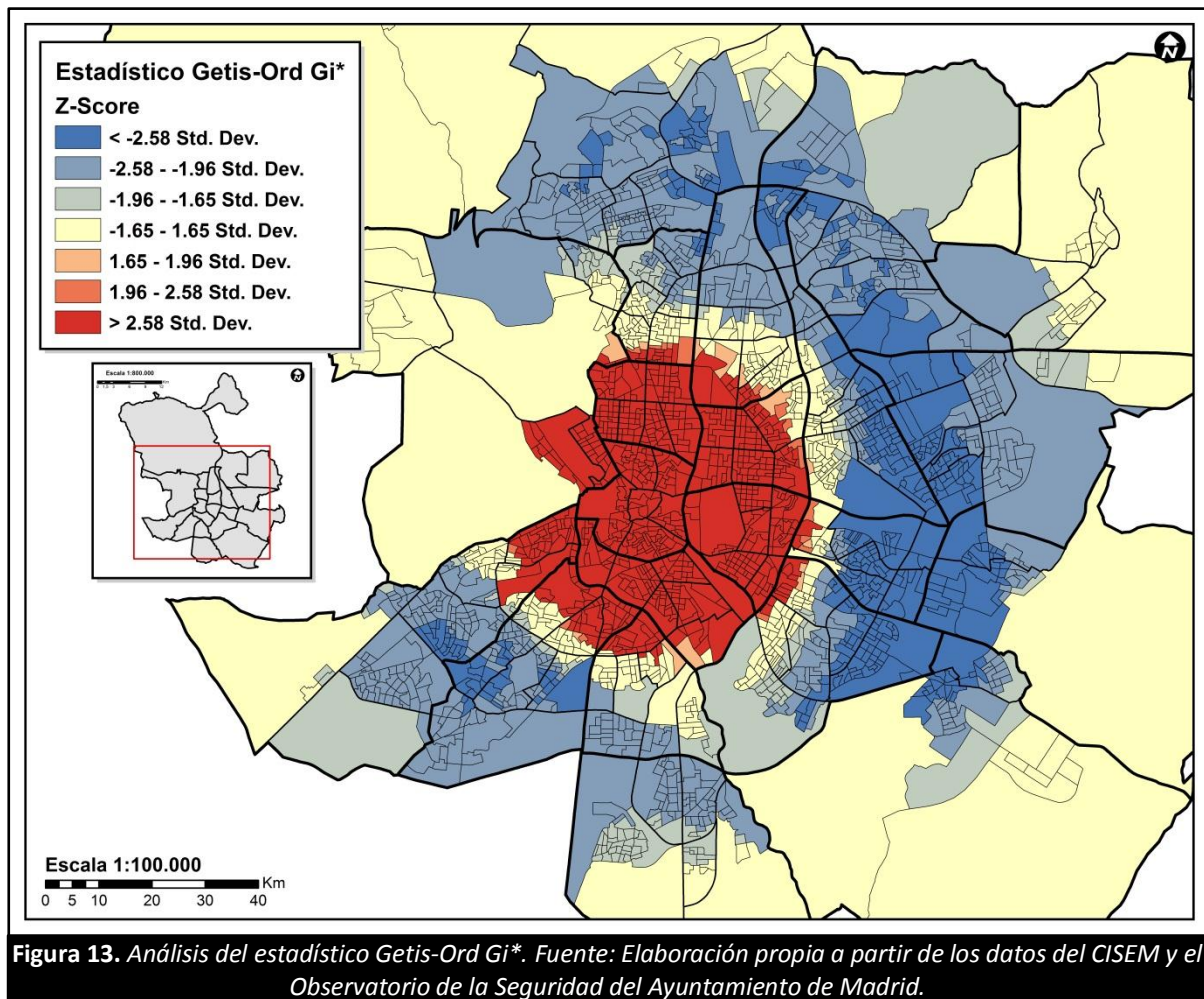
La Figura 13 nos muestra gráficamente el resultado del estudio del estadístico Getis-Ord G_i^* , y en ella podemos observar como los robos a personas crean un *hot spot* (*z-scores* positivos) de un tamaño considerable, que cubre toda la superficie de los distritos Centro, Arganzuela, Chamberí y Salamanca. Así mismo se extiende por las secciones censales más centralizadas de los distritos de Moncloa-Aravaca, Latina, Carabanchel, Usera, Cuatro Caminos y Chamartín principalmente.

El resto de la geografía madrileña aparece con *z-scores* negativos dando forma a los denominados *cold spots*. Esta figura nos permite corroborar que los robos a personas tienden a agregarse espacialmente, como ya nos adelantaba el cálculo del índice ANN; y por otro lado nos sirve para extraer la conclusión de que los robos tienden a darse en mayor número en las zonas centrales de la capital.

Así mismo, este análisis confirma la hipótesis zonal de Burgess de la denominada “Escuela Ecológica de Chicago” (Figura 2), ya que de acuerdo a esta hipótesis, la mayoría de las incidencias relacionadas con el crimen y la delincuencia se dan principalmente en las zonas centrales de las ciudades, disminuyendo de manera exponencial conforme nos alejamos del centro metropolitano.

El problema que presenta el uso de este estadístico para el análisis e identificación de los *hot spots* radica en el hecho de que aunque estemos tratando únicamente una tipología delictiva como es el caso; se genera un *hot spot* global que cubre una vasta superficie que, si bien nos permite localizar el foco del *hot spot*, no nos permite identificar las verdaderas zonas de la ciudad donde existen *hot spots*. En resumen, el cálculo del estadístico Getis-Ord G_i^* no es del todo fiel a la realidad exacta de la distribución del fenómeno criminal.

Para solucionar este problema, debemos ahondar aún más en el análisis de los *hot spots*, y para ello, a continuación aplicamos otra de las técnicas empleadas tanto por los cuerpos de seguridad, como por el colectivo académico para el estudio de estos patrones de distribución espacial.



5.6.3. Análisis de *Hot Spots* mediante Redes Celulares.

Una red celular consiste en la creación de una malla constituida por cuadros uniformes (denominados células) de un tamaño determinado que afecta en gran medida al resultado final del análisis. Este método de análisis tiene la ventaja de que soluciona el problema de los incidentes superpuestos que se da cuando varios actos delictivos han tenido lugar en la misma localización exacta. Por otro lado, como hemos dicho el tamaño de las células afecta al resultado del análisis, de manera que un tamaño relativamente pequeño de las células mejora la resolución del análisis, pero con el consiguiente aumento del coste de recursos informáticos para procesar la información. Por el contrario, si las células poseen un tamaño grande, la resolución del análisis se resiente en pos de una mejora en el procesamiento de los datos (Harries, 1999). En nuestro caso, hemos creado una red celular con un tamaño de célula de 200 x 200 m. Finalmente basta con representar la red celular según una gama cromática graduada en base al número de delitos graves han intersectado cada una de las células. El resultado

del análisis lo podemos apreciar en la Figura 14, que nos muestra la red celular de 200 x 200 m aplicada al territorio municipal de Madrid. Debemos puntualizar que se ha optado por dicho tamaño celular debido a que es el tamaño óptimo para nuestra área de estudio. Se han realizado pruebas con redes celulares de menores y mayores tamaños pero ninguna obtenía un resultado superior al de la siguiente figura. Podemos apreciar cómo sigue confirmándose el patrón de centralización del crimen y la delincuencia, configurándose el distrito Centro como un *hot spot* de delitos graves. Así mismo, varios de los barrios más centralizados de la capital también aparecen como *hot spots*, pero de menor magnitud.

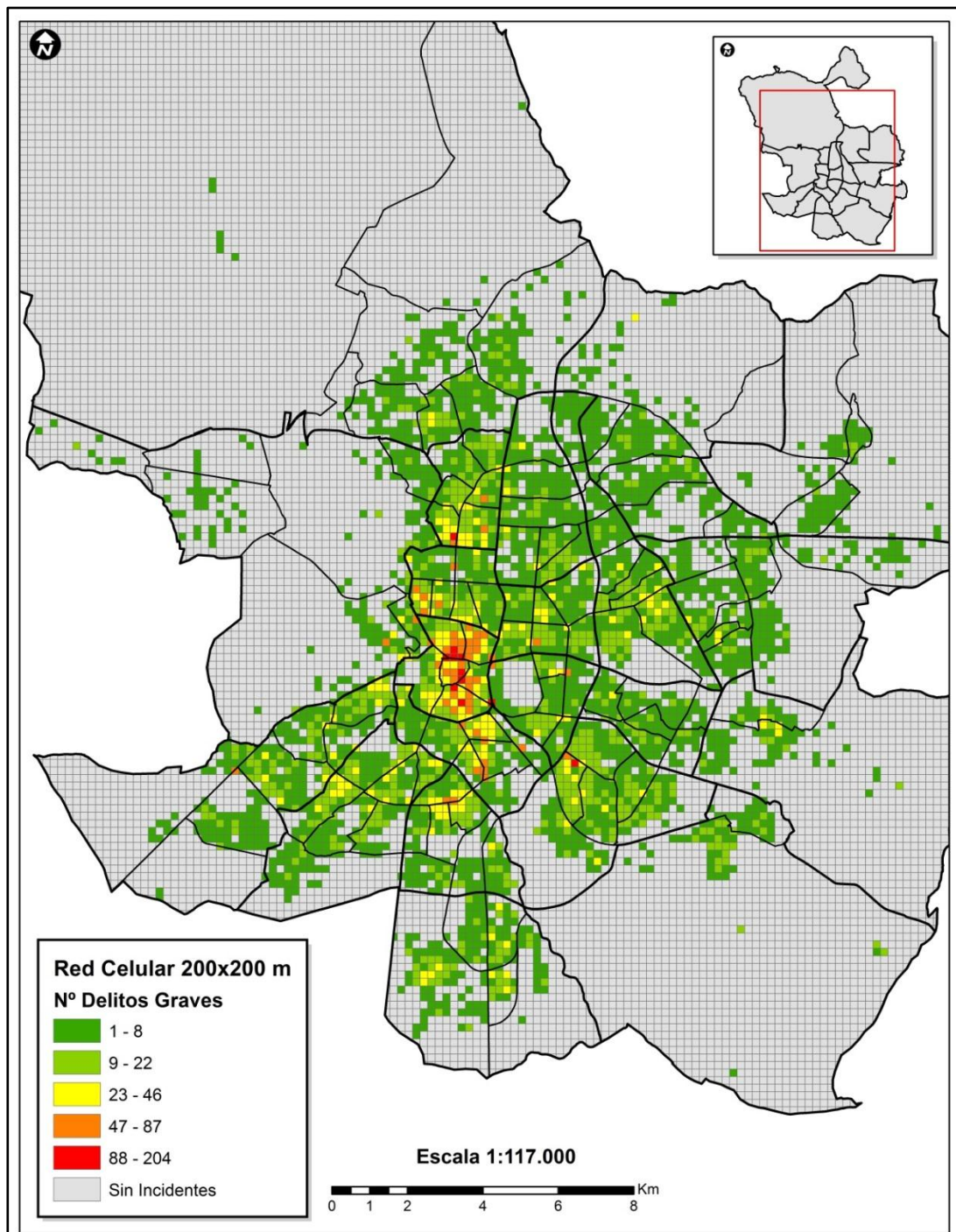


Figura 14. Red Celular de 200x200 m conteniendo del número de delitos graves. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad

Comparando el análisis de redes celulares con el análisis del estadístico Getis-Ord G_i^* de la Figura 12, podemos apreciar como las redes celulares suponen un análisis más minucioso y con más resolución de la distribución de los incidentes delictivos. Mientras que la Figura 12 nos muestra un *hot spot* global para la zona centro, la Figura 14 ya nos permite identificar determinadas áreas criminógenas que conforman *hot spots* mucho más localizados y específicos. Pero el análisis de redes celulares no está exento de problemas, y una de sus imperfecciones se basa en la restricción que produce el representar el territorio mediante células isométricas, lo que supone una pérdida de detalle espacial en el conjunto, pudiendo provocar problemas de interpretación aún con tamaños celulares pequeños. Algunos autores sostienen que “las redes celulares simplemente producen cartografías salpicadas de bloques coloreados temáticamente que no permiten al usuario extraer ninguna conclusión firme en cuanto al tamaño, forma o ubicación” de los *hot spots* (Eck *et al*, 2005); mientras que otros autores como Cheng & Swain (2010) califican las redes celulares como uno de los mejores métodos para la predicción de *hot spots* en combinación con otras técnicas analíticas.

Con el fin de producir el mejor análisis de *hot spots* posible, en el siguiente apartado llevamos a cabo una técnica basada en la generación de superficies en formato *raster*, el denominado análisis *Kernel Density Estimation*.

5.6.4. Análisis de *Hot Spots* mediante *Kernel Density Estimation*.

La tipología analítica que nos ocupa, resulta el método más adecuado para visualizar el crimen como una superficie continua. El análisis *Kernel Density Estimation* (KDE) genera una superficie *raster* en base a la variación de la densidad de incidentes delictivos a través del área de análisis. En primer lugar se genera una malla con un tamaño de celda determinado sobre la distribución espacial de los incidentes. Después una función tridimensional de un radio de búsqueda determinado se pasa por cada celda y calcula los pesos para cada punto dentro del radio determinado. Los puntos más próximos al centro de la función reciben un mayor peso y por lo tanto, contribuyen en mayor medida al valor total de la densidad de la celda. Finalmente los valores de las celdas son calculados mediante el sumatorio de los valores de cada incidente localizado en ellas (Eck *et al*, 2005; Gorr & Kurland, 2012). Como resumen del proceso, podemos

decir que se genera una superficie en la que los valores en determinadas zonas serán elevados cuanto mayor sea la agregación espacial de los incidentes delictivos.

El parámetro crítico que determina la calidad del análisis KDE es el radio de búsqueda de la función tridimensional nombrada anteriormente, de manera que si implementamos un radio elevado de búsqueda estaremos sobredimensionando los *hot spots*, mientras que ocurrirá lo contrario si realizamos el análisis con un radio demasiado pequeño.

Sin duda la mejor técnica para establecer un radio adecuado consiste en combinar los resultados de otros análisis para determinar la dimensión potencial de los *hot spots*.

En nuestro caso y para obtener un resultado visualmente correcto, hemos optado por centrarnos en los robos que tuvieron lugar en Madrid durante el año 2006. Debido a que el resultado del análisis KDE nos aporta unos valores numéricos difícilmente interpretables, se ha realizado una normalización mediante un ajuste de tipo lineal a través de la aplicación de la siguiente fórmula a la superficie *raster* generada:

$$f_i = \frac{v_i - v_{min}}{v_{max} - v_{min}} * C$$

Donde f_i = valor del factor normalizado, v_i = valor origen del factor, v_{max} = valor máximo, v_{min} = valor mínimo y C = rango de estandarización. De esta manera establecemos un rango de estandarización de 0 a 100, para que la interpretación de los valores del análisis KDE sea sencilla y correcta.

La Figura 15 nos muestra la superficie generada por el KDE y normalizada mediante el ajuste de tipo lineal, para los robos en toda la superficie madrileña. Así mismo se incluyen las localizaciones de los incidentes relacionados con el robo a personas, y los contornos que determinan los límites aproximados de los *hot spots* que la extensión Crime Analyst nos permite calcular automáticamente. Un simple vistazo a la figura es suficiente para percatarnos de que el análisis KDE es la mejor herramienta para la identificación de los *hot spots* relacionados con el fenómeno criminal. El análisis no solo nos confirma la existencia de un *hot spot* en el centro de la urbe, como nos venían anticipando las técnicas anteriores, si no que ahora podemos identificar otros *hot spots* más concretos e incluso discernir sus límites y distribuciones espaciales por los distritos de la metrópoli gracias a la detección de contornos de la extensión Crime Analyst.

De esta manera, podemos observar como los robos en la capital se dan principalmente en el distrito Centro, con una tendencia a distribuirse hacia el este y el sur de la capital, más concretamente hacia los barrios de Recoletos, Goya e Ibiza en la zona este, y hacia los barrios de Palos de Moguer, Delicias y La Chopera hacia el sur. Así mismo se aprecia perfectamente como la variable robos genera aproximadamente otros nueve *hot spots* principales localizados en zonas concretas de la ciudad.

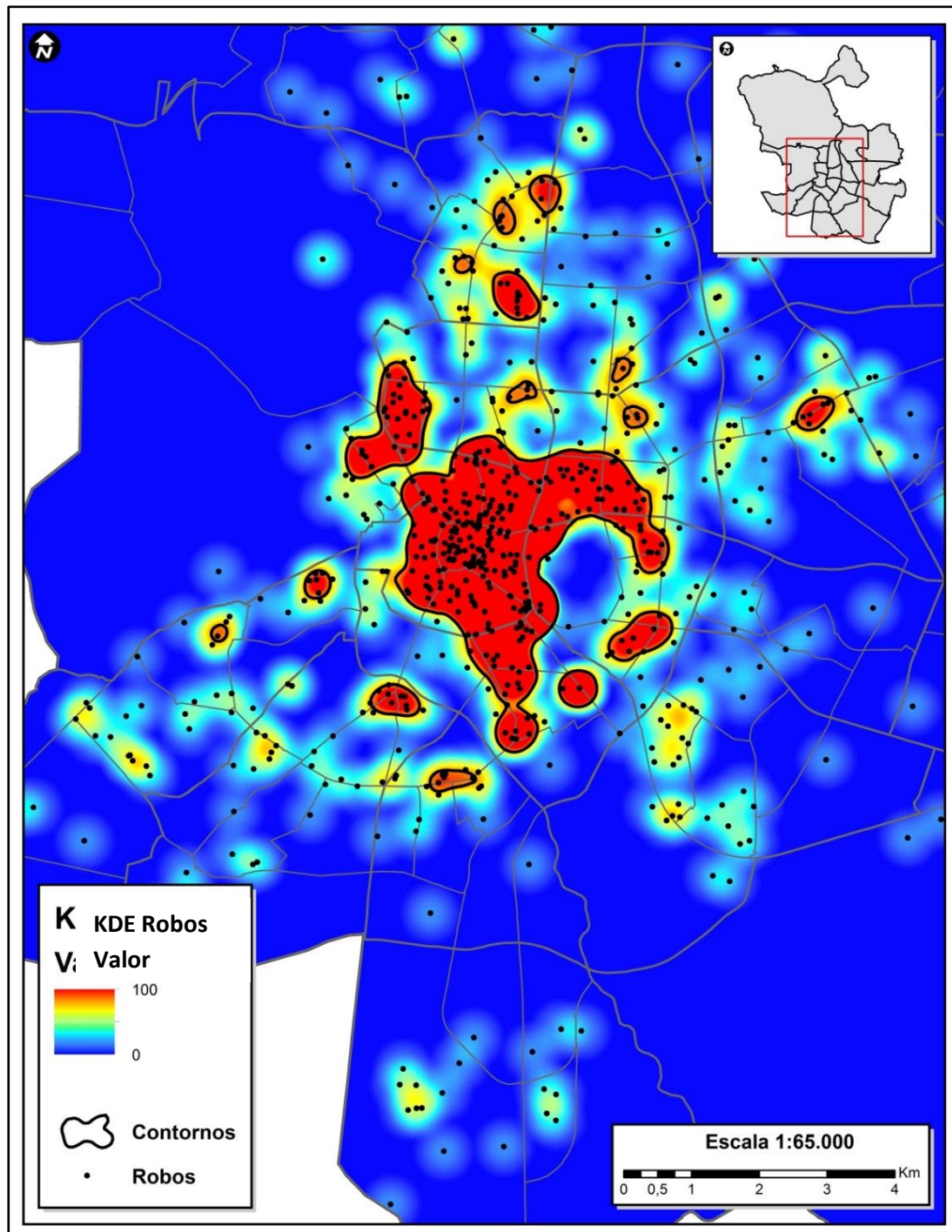


Figura 15. Detección de hot spots de robos mediante el análisis KDE. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad.

Sin lugar a dudas, una de las grandes ventajas de la técnica KDE es su precisión a la hora de localizar y definir los límites de los *hot spots*. Para demostrarlo, se ha realizado un análisis localizado en los principales *hot spots* representados en la figura anterior, realizando una superposición de capas entre el análisis KDE y la ortofotografía PNOA de máxima resolución del IGN; recogiendo el resultado en la Figura 16.

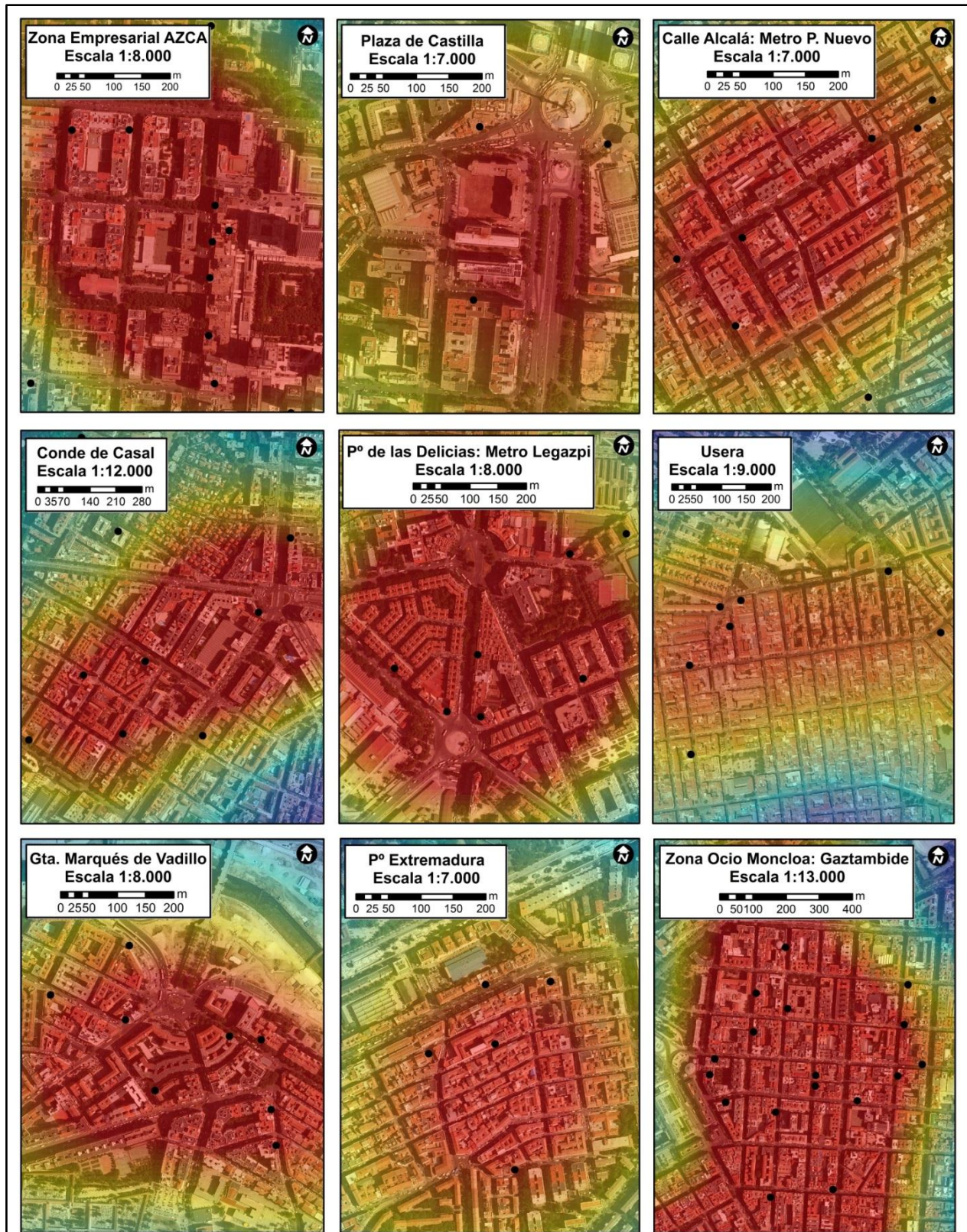


Figura 16. Análisis KDE: Principales *hot spots* de robos a personas en Madrid (2006). Se incluyen las localizaciones de los incidentes. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad

Podemos apreciar en la figura anterior como el análisis KDE define con exactitud los límites de los *hot spots*, identificando las zonas más problemáticas a la perfección. El primero de los nueve *hot spots* se enmarca en la zona empresarial de AZCA, de la que dijimos anteriormente que se configura como una de las zonas con más incidentes delictivos de la capital. El resto de los *hot spots* relativos a los robos, se generan en las inmediaciones de importantes nodos de la red de transportes de la urbe, como es el caso de los *hot spots* de Plaza de Castilla, Calle Alcalá, Conde de Casal, Paseo de las Delicias, Glorieta de Marqués de Vadillo y el Paseo de Extremadura. También algunas de estas zonas calientes se enmarcan dentro de barrios periféricos y zonas conflictivas como es el caso del *hot spot* de Usera; o en zonas más centralizadas y relacionadas con el ocio nocturno como el barrio de Gaztambide en el distrito de Moncloa-Aravaca.

La técnica de análisis KDE es superior a todas las demás herramientas de análisis de *hot spots* tratadas en el presente trabajo, desde el punto de vista de la definición espacial, la localización y la ponderación de cada uno de los incidentes. De esta manera se configura una excelente herramienta para la detección de zonas urbanas conflictivas que permita a los cuerpos policiales predecir las zonas de mayor ocurrencia de actos delictivos y tomar medidas preventivas dentro de las mismas. En términos holísticos, la generación de superficies *raster* para el análisis de los *hot spots* permite una interpretación más sencilla de los patrones espaciales del crimen en comparación a otras técnicas, reflejando con mayor precisión la ubicación y la distribución de las áreas criminógenas por excelencia (Eck *et al*, 2005).

5.6.5. Predicción de Pautas Espaciales: *Prediction Accuracy Index*.

No debemos cerrar el capítulo dedicado al estudio de la agregación espacial y los *hot spots* sin antes hacer referencia a una de las técnicas emergentes en el campo del análisis del crimen y la delincuencia: La predicción de pautas espaciales.

Para la elaboración de este apartado se ha seguido la línea del trabajo de Spencer Chainey, Lisa Thompson y Sebastian Uhlig (Chainey *et al*, 2008), en la que desarrollan la elaboración de una metodología para predecir los niveles de criminalidad, proponiendo un índice de predicción basado en los *hot spots*; el denominado *Prediction Accuracy Index* (PAI), formulado de la siguiente manera:

$$PAI = \frac{\left(\frac{n}{N}\right) * 100}{\left(\frac{a}{A}\right) * 100}$$

Donde n = número de incidentes dentro del *hot spot* objeto de estudio, N = número de incidentes dentro de la zona de estudio, a = área del *hot spot* objeto de estudio y A = área de la zona de estudio. Para demostrar la aplicación de esta técnica, hemos optado por centrarnos en los robos perpetrados a personas en el distrito Centro. Así pues, se han seleccionado los meses de Marzo y Abril, Junio y Julio del año 2006 para llevar a cabo el análisis mediante el PAI. En primer lugar, hemos realizado una selección dentro de la base de datos para extraer aquellos incidentes de los meses seleccionados, acaecidos en el distrito Centro y que coincidan con la categoría delictiva referente a los robos (Paso 1, Figura 17). Seguidamente, hemos realizado un análisis KDE, para determinar el *hot spot* de dicha tipología delictiva (Paso 2, Figura 17). Para obtener el área del mismo hemos calculado el contorno del *hot spot* y recalculado su área (Paso 3, Figura 17). A continuación se realizó un conteo de los incidentes de la zona de estudio y de aquellos localizados dentro de los límites de los *hot spots* para los meses seleccionados (Paso 4, Figura 17). Finalmente y con toda esta información se procedió a calcular la ecuación PAI.

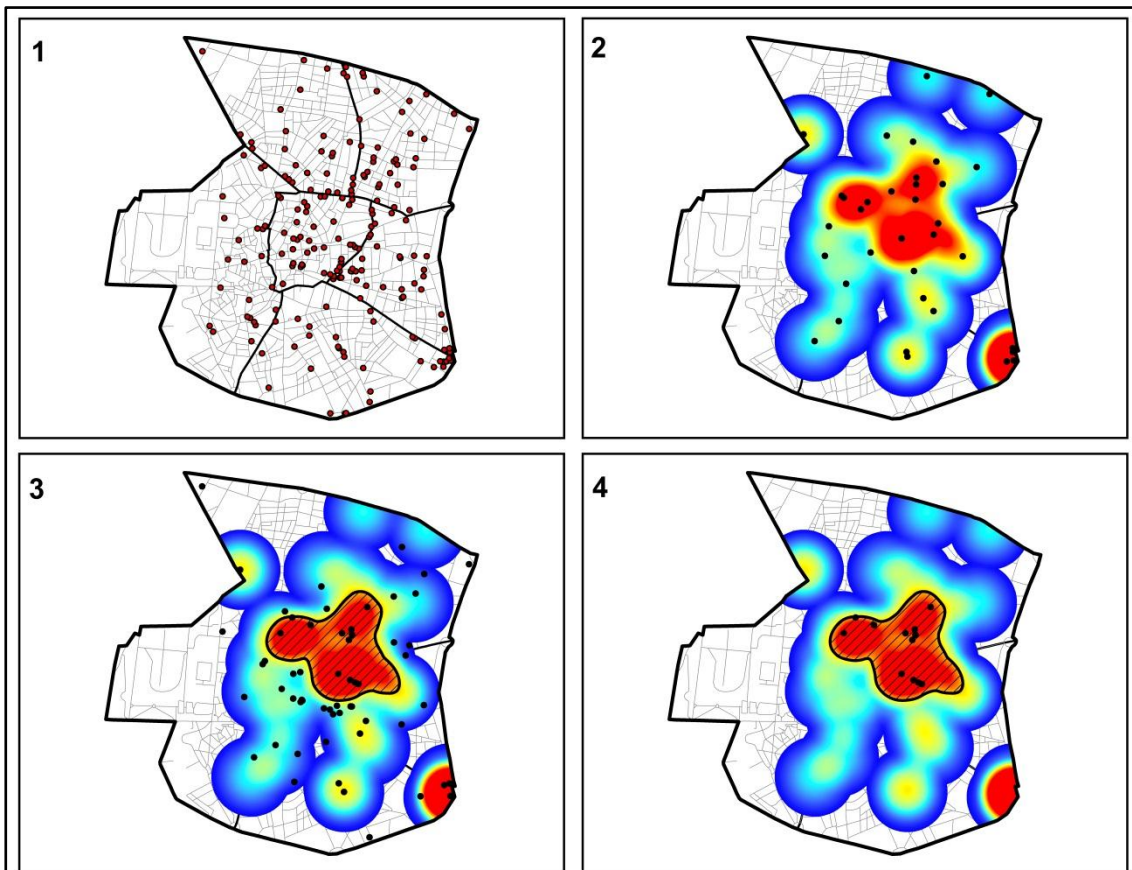


Figura 17. Procedimiento seguido para el cálculo de la ecuación PAI. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

El resultado del proceso se resume en un total de 71 robos en los meses de Junio y Julio (N), de los cuales 14 (n) se dieron dentro del *hot spot* de los robos de los meses de Marzo y Abril, con un área (a) de $0,47 \text{ Km}^2$ dentro de una zona de estudio (A) de $5,21 \text{ Km}^2$ (distrito Centro). Finalmente podemos proceder al cálculo de la ecuación PAI, cuyo resultado final nos da un valor de 2,18. Este valor PAI nos indica que se ha conseguido predecir $((n/N)*100)$ un 19,71% de los incidentes totales, dentro del 9,02% $((a/A)*100)$ del área total de la zona de estudio.

Así pues, podemos observar como el índice PAI es una buena herramienta para la predicción del fenómeno criminal, demostrando como el cálculo de *hot spots* mediante la técnica KDE es también uno de los mejores métodos para predecir el crimen y la delincuencia (Chainey *et al*, 2008).

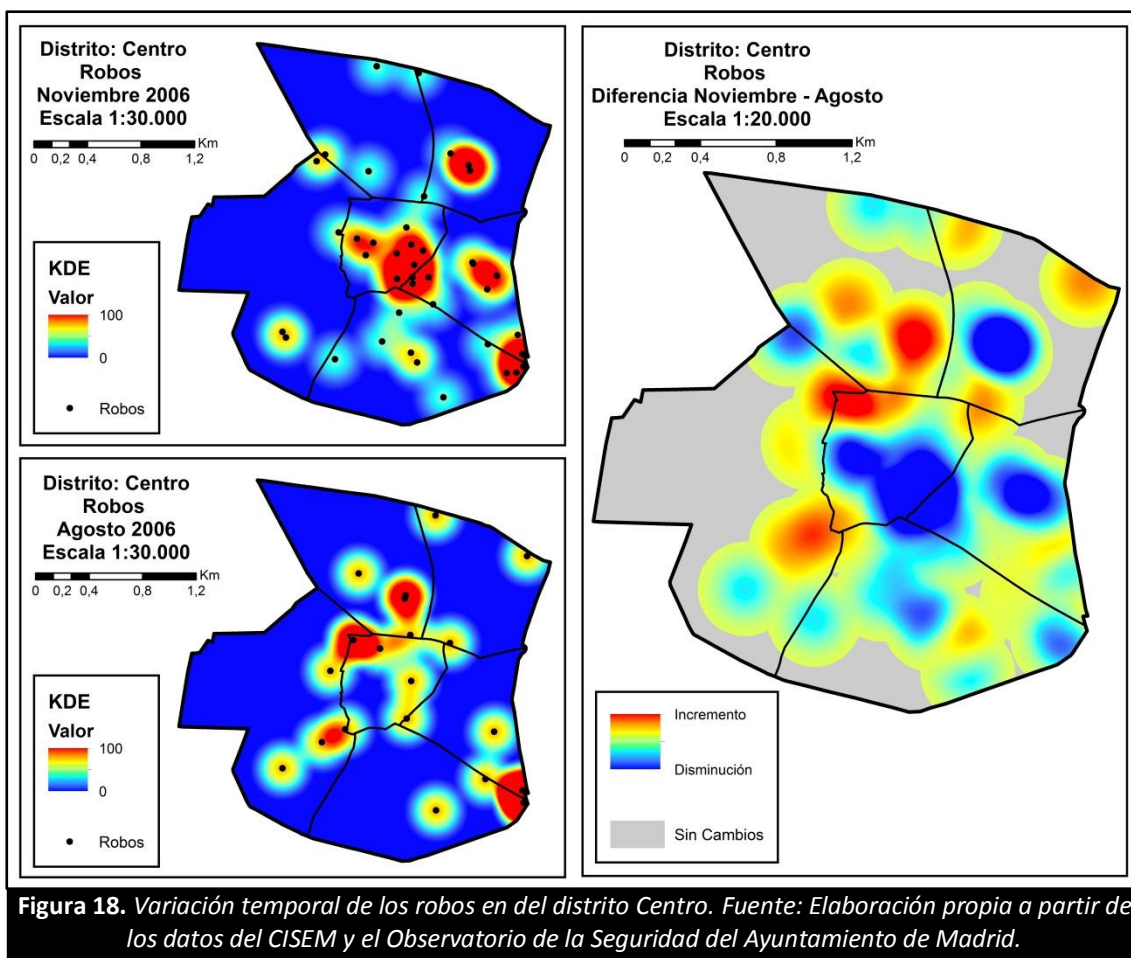
5.7. Simulaciones y análisis específicos.

5.7.1. Variaciones temporales.

Aunque anteriormente se ha comentado la tendencia de los *hot spots* a persistir con el paso del tiempo, esto no siempre es cierto, ya que también tienen un cierto componente dinámico que hace que puedan aparecer nuevos casos, desaparecer o incluso reaparecer (Gorr & Kurland, 2012). De esta manera, resulta interesante emplear otra de las herramientas de la extensión Crime Analyst, que en este caso nos sirve para calcular las diferencias entre los *hot spots* de dos fechas diferentes.

Así pues, calculamos las diferencias que se dieron en 2006 en el distrito Centro, entre los niveles de robos del mes de Noviembre y el mes de Agosto, llegando al resultado de la Figura 18. En dicha figura podemos apreciar como los robos se distribuían de manera más céntrica en Noviembre, mientras que en Agosto, en la zona más céntrica disminuyen los robos considerablemente, aumentando en zonas ligeramente más periféricas.

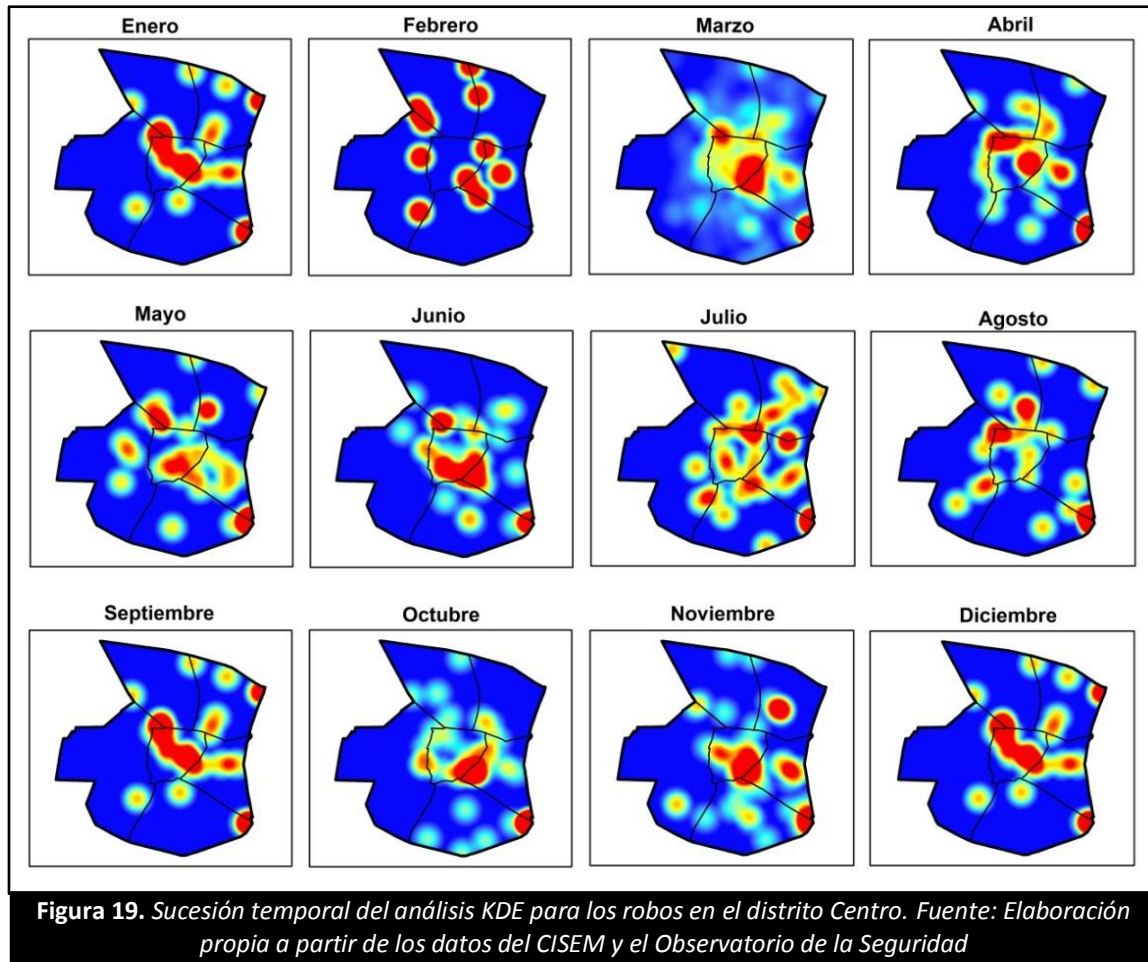
Esta técnica de análisis es de gran utilidad, ya que nos permite observar claramente las variaciones temporales entre dos fechas concretas, para determinar así, la evolución concreta del crimen en la ciudad, facilitando la identificación de *hot spots* emergentes, y de aquellos que tienden a desaparecer.



5.7.2. Elaboración de animaciones temporales.

Otra interesante técnica para el análisis de la evolución temporal del fenómeno criminal consiste en la elaboración de animaciones temporales que nos muestren la variación de un determinado factor con el paso del tiempo. Una animación temporal es una herramienta exploratoria que permite estudiar las dinámicas de las pautas criminales, así como ser empleadas en presentaciones públicas o privadas de los resultados obtenidos tras la realización de otros análisis (Gorr & Kurland, 2012).

Gracias a las herramientas de la extensión Crime Analyst y al módulo de elaboración de animaciones de ArcGIS, se pueden elaborar animaciones mediante la configuración de diversos factores temporales, que muestren la evolución mensual de los *hot spots* analizados con la técnica KDE, permitiéndonos observar fácilmente como se han ido distribuyendo los incidentes dentro de la metrópoli a lo largo del año 2006, de manera que podamos observar los análisis KDE de la Figura 19 en una sucesión temporal.



5.7.3. Simulaciones 3D e implementación en globos virtuales.

Finalmente, existen dos herramientas que nos permiten realizar un análisis del crimen de manera complementaria a todas las técnicas tratadas con anterioridad, nos referimos al tratamiento de los datos en 3D y su implementación en globos virtuales.

El tratamiento de la información delictiva en 3D permite generar una cartografía dimensionada que nos ayude a obtener una interpretación visual rápida y sencilla. Si bien la capacidad analítica de estas herramientas es prácticamente nula, su potencial de interpretación visual permite que incluso, individuos ajenos al mundo del análisis criminal, puedan extraer conclusiones básicas sobre el fenómeno delictivo (Harries, 1999). Para evidenciar este hecho, hemos realizado un tratamiento en 3D de las figuras 14 y 15, en el que se ha considerado el valor de cada celda en ambas figuras como el valor altitudinal a partir del cual se genera el modelo en 3D; obteniendo los resultados visuales de las figuras 20 y 21.

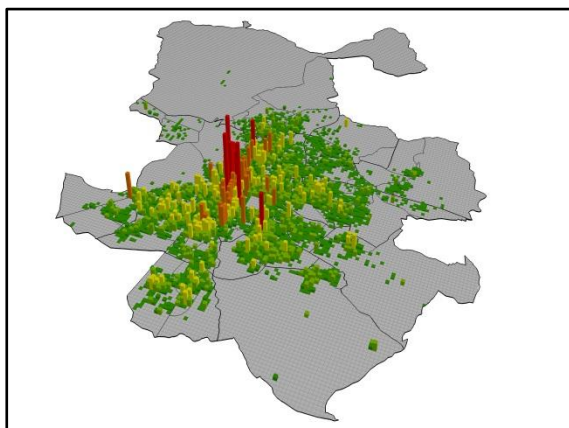


Figura 20. Tratamiento 3D: Red Celular. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad.

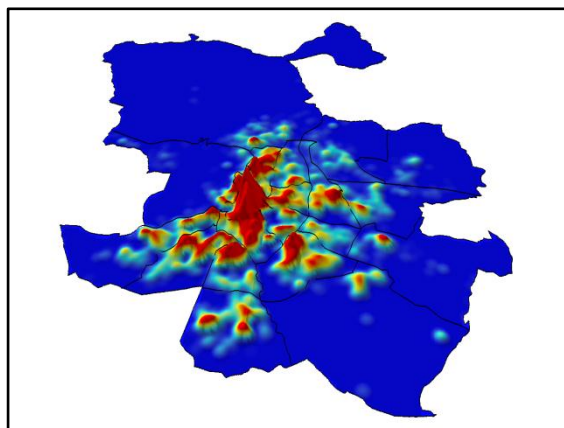


Figura 21. Tratamiento 3D: Análisis KDE. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad.

Por su parte, la implementación de los datos relativos al crimen y la delincuencia dentro del *software* conocido como globos virtuales, se configura como otra útil herramienta para el análisis del crimen. De esta manera, podemos exportar la información en formatos compatibles con los globos virtuales, de manera que nos permiten localizar y estudiar tanto los incidentes como los *hot spots* sobre imágenes de satélite de gran resolución espacial y modelados urbanos en tres dimensiones. En nuestro caso, hemos exportado diversas capas para importarlas en el globo virtual por excelencia: Google Earth. La Figura 22 nos muestra el análisis KDE superpuesto con las imágenes de satélite del *software*, así como diversas localizaciones de incidentes relacionados con el tráfico de drogas. Esto nos permite conocer las localizaciones exactas de los incidentes con gran precisión, conocer toda la información de los incidentes existente en la base de datos y determinar con exactitud que calles dentro de la geografía madrileña se pueden considerar como *hot spots* delictivos, al incluir el modelado en tres dimensiones de los edificios, estableciéndose diferentes ejes delictivos dentro de la ciudad.



Figura 22. Implementación de datos en Google Earth. Fuente: Captura de Google Earth a partir de los datos del CISEM y el Observatorio de la Seguridad del Ayuntamiento de Madrid.

CAPITULO VI. PREVENCIÓN Y EVALUACIÓN

6.1. Geoprevención y CPTED.

Tal y como hemos explicado en el capítulo introductorio a través del proceso preventivo (Figura 4), tras el desarrollo de la dilatada y minuciosa fase de análisis del crimen y la delincuencia, se hace necesario desarrollar e implementar estrategias dirigidas a la reducción y prevención del fenómeno criminal en base a los resultados obtenidos gracias dichos análisis.

Todas las técnicas y metodologías de análisis que hemos desarrollado en el presente trabajo aportan una serie de resultados que los cuerpos de seguridad del municipio de Madrid, podrían utilizar para elaborar las denominadas estrategias preventivas que hemos adelantado con anterioridad. Por ejemplo, los relojes de datos de los gráficos 1, 3 y 5 podrían emplearse como una herramienta para el correcto despliegue de los cuerpos de seguridad dentro de un determinado marco horario. Los *hot spots* identificados a lo largo del apartado 5.6., servirían a los cuerpos policiales para conocer en qué zonas concretas se deberían aprovechar sus recursos. Algunas de estas estrategias pueden consistir simplemente en el aumento de la presencia policial para aumentar la sensación de seguridad de los habitantes, pero otras estrategias van más allá de la mera vigilancia policial en determinadas zonas de la geografía urbana. En este punto es donde entra en juego el enfoque aportado por el concepto de “Geoprevención” (Hernando, 2008).

La denominada geoprevención se configura como una herramienta dedicada a la gestión de los recursos relacionados con la seguridad y la prevención del fenómeno criminal, mediante una metodología basada en la integración e implementación de diversas estrategias preventivas a través del análisis territorial, donde las herramientas SIG pueden desempeñar un papel fundamental. Esta metodología pasaría por analizar todas las dinámicas y relaciones existentes entre los agentes delictivos y el entramado urbano, pero considerando como parte del proceso preventivo, las características de la comunidad y la población residente en el mismo. De esta manera, la geoprevención se orienta directamente hacia la prevención y la reducción del fenómeno criminal, sin caer en el simple desarrollo de estrategias punitivas, con el objetivo de prevenir el crimen antes que castigarlo.

A este respecto, existe una estrategia preventiva, que si bien se comenzó a desarrollar a finales del siglo pasado, es en los últimos años cuando está sufriendo un verdadero auge en diversos países del globo; hablamos de la denominada metodología CPTED o *Crime Prevention Through Environmental Design*. Traducido literalmente a nuestro idioma como “Prevención del Crimen Mediante el Diseño Ambiental”, la metodología CPTED fue definida por Oscar Newman (1972) de la siguiente manera: “un modelo para ambientes residenciales que inhibe el crimen creando la expresión física de un tejido social que se defiende a sí mismo”, o lo que es lo mismo, una estrategia encaminada a reducir y prevenir el crimen mediante el diseño del ambiente urbano. Esta estrategia preventiva se basa en cinco principios claves definidos y tratados por diversos autores en sus publicaciones (Newman, 1972, 1996; Hormazábal, 2005; Rau, 2004, 2005; Zahm, 2007; Cozens, 2008; Hernando, 2008; Rau & Castillo, 2008; Iranmanesh & Etaati, 2009; Vozmediano & San Juan, 2010):

- Control natural de los accesos: Promueve el diseño de elementos arquitectónicos a modo de umbrales para crear en los potenciales asaltantes la percepción de que hay un riesgo en elegir dicha zona para delinquir.
- Vigilancia natural: Busca incrementar en los habitantes, la visibilidad de la actividad en el entorno mediante el diseño de ventanas, iluminación, elementos naturales y ubicaciones.
- Refuerzo territorial: Alude al apego emocional de los habitantes con su entorno inmediato, ubicando por ejemplo actividades seguras en áreas potencialmente inseguras.
- Mantenimiento de los espacios públicos: Según la metodología CPTED es muy importante que el espacio urbano sea percibido por los usuarios como un espacio cuidado, evitando la sensación de encontrarse en un área no segura.
- Participación comunitaria: Consiste en hacer partícipe a la población en el las tareas de seguridad teniendo en cuenta los diagnósticos realizados por los ciudadanos respecto a las estrategias preventivas desplegadas en el territorio.

Así pues, la prevención del crimen a través del diseño ambiental se configura como una de las mejores estrategias preventivas del crimen que se pueden implementar en los ambientes urbanos mediante sencillas pautas de diseño, haciendo parte del proceso al propio ciudadano y bajo las premisas del concepto de geoprevención.

6.2. Evaluación de estrategias preventivas.

Finalmente y tras el desarrollo e implementación de estrategias preventivas, el proceso preventivo nos instaría a realizar una evaluación del impacto causado por las mismas, con el fin de conocer si su implementación se traduciría en un impacto positivo o si por el contrario sería necesario rediseñar dichas estrategias.

Esta fase escapa a nuestra situación analítica y depende de las diferentes agencias y grupos de control social (Policía Municipal, Cuerpo Nacional de Policía, etc.). De esta manera un buen proceso de evaluación de las estrategias preventivas debería focalizarse en primer lugar sobre el coste de personal, equipamiento y otros recursos. Seguidamente la evaluación se centraría sobre los resultados de las estrategias implementadas, es decir, número de arrestos, personal entrenado, estrategias desarrolladas, etc. A continuación, el proceso de evaluación debe analizar el verdadero impacto de la prevención diseñada, analizando las posibles reducciones en los niveles de criminalidad y la sensación de inseguridad de la población (Clarke & Eck, 2005).

Por último, una vez realizada la evaluación, si la estrategia preventiva ha resultado efectiva y eficaz, produciendo los resultados esperados, se podría mantener hasta que en futuras evaluaciones demostrará quedarse obsoleta o resultara inadecuada tras el cambio de las dinámicas criminales. Si por el contrario, la evaluación determina que las estrategias preventivas implementadas no han conseguido los objetivos propuestos, no han reducido el crimen y solo han supuesto grandes costes a los cuerpos de seguridad, se deberá desechar por completo volviendo a recorrer de nuevo todo el camino del proceso preventivo.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

7.1. Conclusiones.

Con el presente trabajo se ha querido investigar, demostrar y ofrecer a los interesados el amplio abanico de posibilidades que despliegan los SIG sobre la disciplina del análisis criminal, y como hemos podido comprobar a lo largo de las páginas que dan forma al estudio que nos ocupa, tratar la temática del análisis del crimen y la delincuencia en la actualidad supone hacer referencia a la potente tecnología que representan los SIG en el ámbito académico y profesional. Sin lugar a dudas ambas partes deben ir de la mano a la hora de interpretar los patrones delictivos, la distribución del crimen y la dinámica temporal del fenómeno criminal en su conjunto.

Gracias a los SIG las diversas técnicas, procesos y metodologías de análisis aplicables al estudio del crimen, se pueden desarrollar de manera sencilla, efectiva y eficaz, consiguiendo unos resultados claros y concisos que revelan multitud de patrones diferentes en el fenómeno criminal, en base a los factores geográficos, demográficos o temporales que hemos tratado aquí. Las herramientas y extensiones específicas de los SIG, enfocadas al análisis delictivo, facilitan en gran medida la tarea del investigador o de los cuerpos de seguridad.

En particular, el *software* Crime Analyst ha resultado ser una herramienta sencilla de utilizar, muy intuitiva y sobre todo potente a la hora de analizar el crimen y la seguridad. Las múltiples posibilidades analíticas que nos brinda, tanto espaciales como temporales, hacen que se configure como una extensión imprescindible para todo analista criminal que pueda acceder a ella. Tal y como hemos podido comprobar, los resultados que nos ofrecen los análisis realizados mediante la extensión Crime Analyst reportan información vital para los cuerpos policiales en su lucha contra el crimen, ayudando no solo en las tareas punitivas, sino también en la detección de zonas críticas y tipologías delictivas concretas sobre las que centrar esfuerzos y recursos a la hora de establecer metodologías preventivas.

Algunos de los análisis que nos permite llevar a cabo Crime Analyst han demostrado con categoría su utilidad. Por ejemplo, en el estudio de la contextualización y evolución temporal, los relojes de datos representan una herramienta clave para analizar y acotar el crimen en el ámbito temporal. Gracias a ellos, los cuerpos policiales pueden determinar

cuáles son los rangos horarios, días de la semana y meses del año críticos, con el fin de optimizar sus recursos y mejorar sus resultados. En caso de la contextualización espacial, el análisis KDE quizás sea la mejor herramienta, tanto para la identificación de los denominados *hot spots*, como para su delimitación dentro del entramado urbano, permitiendo a los cuerpos de la ley determinar fácil y rápidamente las zonas criminógenas principales de la ciudad, distrito o barrio objeto de estudio.

Por otro lado, el análisis de la victimización reiterada supone una herramienta de análisis avanzado que si bien no hemos aprovechado en su totalidad, debido a que no disponíamos de datos de carácter personal de víctimas o delincuentes, sí que demuestra ser una técnica analítica de gran interés. Si estudiamos la victimización según los datos personales de determinados criminales peligrosos o en serie, podemos establecer las pautas de actuación y el *modus operandi* del individuo en cuestión, facilitando las tareas de localización y detención.

Como conclusión en conjunto de la experiencia de análisis del crimen y la delincuencia mediante SIG, podríamos decir que si la base de datos analizada carece de sesgos graves, y los análisis se aplican en su ámbito específico y para las tipologías y formatos de datos que requieren en cada caso, los resultados que obtendremos van a dibujar una serie de patrones espaciales que describen en general las zonas que la propia población de la ciudad reconoce como inseguras o altamente problemáticas.

En lo relativo a la implementación de los SIG en los cuerpos de seguridad, debemos destacar la realidad de que muy pocos organismos policiales hacen un uso extendido de estas herramientas, y los que lo hacen suelen disponer de *software* obsoleto y sin capacidad analítica como el mencionado caso del SIGPOL del Cuerpo Nacional de Policía. Sin duda, debemos mencionar que la aplicación de los SIG en este entorno debería ser implementada en tiempo real, analizando la distribución espacio-temporal del crimen a medida que se van produciendo los incidentes, con el objetivo último de intentar llegar a elaborar hipótesis predictivas. A este respecto, es destacable la tarea que lleva a cabo el CISEM de la Policía Municipal de Madrid, mencionado en los apartados introductorios, que gracias al desarrollo del Atlas de la Seguridad, realizan una implementación en tiempo real de los SIG al campo del análisis del crimen y al tratamiento de las emergencias.

Como conclusión final y siguiendo con el tema de los cuerpos de seguridad de la ciudad de Madrid y de nuestro país, debemos destacar y casi denunciar la gran descoordinación existente entre el Cuerpo Nacional de Policía y la Policía Municipal de Madrid, y que hemos podido comprobar al cotejar los datos del Atlas de la Seguridad (Hernando *et al*, 2007), pertenecientes a Policía Municipal, y los datos de la publicación *Espacio y delincuencia* (Hernando, 2001) relativos a Policía Nacional. Esta descoordinación se evidencia en determinadas zonas como el Parque del Retiro en el que las competencias bailan entre ambos organismos, produciendo sesgos en las bases de datos, que como en nuestro caso parecen simular que dichas zonas carecen de incidentes delictivos cuando la realidad es muy diferente. Por esto, desde este trabajo queremos poner en evidencia la necesidad de una colaboración total entre los cuerpos de seguridad nacional y municipal para conseguir mejores resultados en lo que al análisis, reducción y prevención del crimen se refiere.

7.2. El Futuro del Análisis del Crimen y la Delincuencia.

Por último hemos querido hacer un leve hincapié en las perspectivas de futuro del análisis del crimen y la delincuencia mediante SIG, ya que es una disciplina en constante cambio y mejora. De esta manera, los trabajos más actuales van encaminados principalmente a la predicción del fenómeno criminal, mediante una técnica analítica similar al análisis KDE que permite elaborar superficies *raster* que determinan la zona de residencia más probable de un delincuente en cuestión en base a sus patrones delictivos y su *modus operandi* (Eck et al, 2005); mediante modelos matemáticos espacio-temporales (Polat, 2007); mediante el análisis de los *cluster* a través de redes estadísticas (Salar, 2010); o la implementación de modelos de predicción de movimientos sísmicos adaptados al fenómeno criminal (Mohler *et al*, 2011). Por último resulta interesante una publicación en concreto realizada en el presente año, con grandes perspectivas de futuro, y que parece retomar los principios ecológicos de la Escuela de Chicago de la década de 1920, ya que trata directamente sobre la ecología del crimen, y en concreto de la variación en la criminalidad en base a la temperatura ambiente (Aekbal *et al*, 2012).

CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- AEKBAL, S., et al.** (2012). «The Crime Ecology: Ambient Temperature vs. Spatial Setting of Crime (Burglary)» en: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, N° 42, pp. 212-222.
- ARIAS, A.** (2009). «Centros de Seguridad y Emergencias en Ayuntamientos» en: *Auditoría y Seguridad*, N° 33, pp. 82.
- BOBA, R.; VELASCO, M.** (2000). «Manual of Crime Analysis Map Production». Report to the Office of Community Oriented Policing Services. U.S. Department of Justice.
- BOBA, R.** (2001). «Introductory Guide to Crime Analysis and Mapping». Report to the Office of Community Oriented Policing Services. U.S. Department of Justice.
- BOBA, R.** (2005). «Crime Analysis and Crime Mapping». Sage Publications, Inc. Thousand Oaks.
- BORNE, D.; WERNICKE, S.** (2003). «Introduction to Crime Analysis. Basic Resources for Criminal Justice Practice». The Haworth Press, Binghamton.
- CHANEY, S.; RATCLIFFE, J.** (2005). «GIS and Crime Mapping». John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.
- CHANEY, S. et al.** (2008). «The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime» en: *Security Journal*, N° 21, pp. 4-28.
- CHENG, T.; SWAIN, A.** (2010). «A Comparison of Hotspot Mapping for Crime Prediction». University College London Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, London.
- CLARKE, R.; ECK, J.** (2005). «Crime Analysis for Problem Solvers in 60 Small Steps». Office of Community Oriented Policing Services. U.S. Department of Justice.
- CNP.** (2010). «Prescripciones técnicas para la contratación de servicios de mantenimiento del software desarrollado en diversos sistemas de información para la Dirección General de la Policía y de la Guardia Civil». Cuerpo Nacional de Policía, Área de Informática.
- COOPER, J.; HERMAN, P.** (2007). «RCAGIS in Baltimore and Surrounding Areas: Cross Jurisdictional Data Sharing On a Grassroots Level» en: *Crime Mapping News*, Vol. 7. Police Foundation, Washington D.C.
- COZENS, P.** (2008). «Crime Prevention Through Environmental Design in Western Australia: Planning for sustainable urban futures» en: *International Journal of Sustainable Development and Planning*. Vol. 3, N° 3, pp. 272-292.
- ECK, J.; et al.** (2005). «Mapping Crime: Understanding Hot spots». NIJ Special Report. U.S. Department of Justice. Office of Justice Programs. National Institute of Justice, Washington D.C.

- EKBLOM, P.** (1988). «Getting the Best Out of Crime Analysis». Home Office Crime Prevention Unit Paper 10. Home Office Crime Prevention Unit, London.
- GARCÍA, A.; SANZ, B.** (Coords.). (2002). «Atlas de la Comunidad de Madrid en el umbral del siglo XXI. Imagen Socioeconómica de una región receptora de inmigrantes». Comunidad de Madrid y Universidad Complutense de Madrid.
- GONZÁLEZ, F.** (2010). «Gestión de la Información en los Servicios de Seguridad» en: *DINTEL Alta Dirección*, Nº 12, pp. 146-149.
- GORR, W. L.; KURLAND, K. S.** (2012). «GIS Tutorial for Crime Analysis». ESRI Press, Redlands.
- GOTTDIENER, M.; HUTCHINSON, R.** (2010). «The New Urban Sociology: Fourth Edition». Westview Press, Boulder.
- HARRIES, K. D.** (1999). «Mapping Crime: Principle and Practice». U.S. Department of Justice. Office of Justice Programs. National Institute of Justice, Washington D.C.
- HENRY, V.** (2006). «COMPSTAT management in the NYPD: Reducing crime and improving quality of life in New York City» en: *Resource Material Series*, Nº68, pp. 100-116.
- HERBERT, D.** (1982). «The Geography of Urban Crime». Longman Inc, Nueva York.
- HERBERT, D.; EVANS, D.** (1989). «The Geography of Crime». Routledge, Londres.
- HERNANDO, F.** (1999). «La escuela cartográfica de criminología británica: Antecedente de la Geografía del crimen» en: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. Nº 19, pp. 11-22.
- HERNANDO, F.** (2001a). «Diferentes tipos de espacios delictivos en el municipio de Madrid» en: *Boletín de la Real Sociedad Cartográfica*. Nº 137-138, pp. 203-216.
- HERNANDO, F.** (2001b). «Espacio y delincuencia». Consejo Económico y Social, Madrid.
- HERNANDO, F.** (2002). «Análisis de la oferta y el tráfico de drogas en el municipio de Madrid desde una perspectiva espacial» en: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. Vol. Extraordinario, pp. 281-292.
- HERNANDO, F.** (2006). «Eclecticismo y diversidad en la Geografía del crimen y la delincuencia en el cambio de siglo» en: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. Nº 26, pp. 9-30.
- HERNANDO, F.; et al.** (2007). «Atlas de la Seguridad de Madrid». Ayuntamiento de Madrid, Observatorio de la Seguridad, Madrid.
- HERNANDO, F.** (2008). «La seguridad en las ciudades: El nuevo enfoque de la Geoprevención» en: *Scripta Nova*. Vol. XII, Nº 270 (14).

- HORMAZABAL, L.** (2005). «CPTED, Espacio e Interacción: Dos experiencias regionales en Chile». 10ª Conferencia Internacional CPTED, Santiago.
- IRANMANESH, N.; ETAATI, K.** (2009). «CPTED: A considerable aspect in urban planning». 14th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society, Sitges.
- LEVINE, N.** (2004). «The CrimeStat Program: Characteristics, Use and Audience». Ned Levine & Associates and Houston-Galveston Area Council, Houston.
- LEVINE, N.** (2005). «CrimeStat III – A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations». National Institute of Justice Reference Service (NCJRS), Rockville.
- MACFARLANE, S.; et al.** (2009). «Manual para encuestas de Victimización». Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD). Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEE).
- MOHLER, G., et al.** (2011). «Self-exciting point process modeling of crime» en: *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 106, N° 493, pp. 100-108.
- NEWMAN, O.** (1972). «Defensible Space. Crime Prevention Through Urban Design». MacMillan, Londres.
- NEWMAN, O.** (1996). «Creating Defensible Space». U.S. Department of Housing and Urban Development. Office of Policy Development and Research, Washington D.C.
- OZDEMIR, H.** (2011). «Compstat: Strategic Police Management for Effective Crime Deterrence in New York City» en: *IPES/DCAF Working Paper*, N° 30.
- POLAT, E.** (2007). «Spatio-temporal crime prediction model based on analysis of crime clusters». Middle East Technical University, Ankara.
- RAU, M.** (2004). «Seguridad ciudadana y espacio urbano residencial: Vigilancia natural en límites de apropiación comunitaria». Pontificia Universidad Católica de Chile.
- RAU, M.** (2005). «Prevención del crimen mediante el diseño ambiental en Latinoamérica. Un llamado de acción ambiental comunitaria» en Dammert, L.; Paulsen, G. (eds.) *Ciudad y Seguridad en América Latina*, pp. 85-105. FLACSO, Santiago.
- RAU, M.; CASTILLO, P.** (2008). «Prevención de la violencia y el delito mediante el diseño ambiental en Latinoamérica y El Caribe: Estrategias urbanas de cohesión social e integración ciudadana» en: *Revista INVI*, Vol. 23, N° 64, pp. 169-189.
- SALAR, M. M.** (2010). «Cluster Detection and Analysis with Geo-spatial Datasets Using a Hybrid Statistical and Neural Networks Hierarchical Approach». University of Glamorgan, Pontypridd.

SÁNCHEZ, S. (2009). «Atención de Incidencias en la Policía Municipal de Madrid» en: *Auditoría y Seguridad*, N° 33, pp. 84-86.

SCHULMAN, B. (2001). «CrimeView® Internet at the Redlands Police Department» en: *Crime Mapping News*, Vol. 3. Police Foundation, Washington D.C.

SHERMAN, L. W. (1995). «Hot spots of crime and criminal careers of places» en: Eck, J.; Weisburd, D. (Eds), *Crime and Place*. Criminal Justice Press, Monsey; & Police Executive Research Forum, Washington D.C., pp. 35-52.

STORCH, A. (2006). «COMPSTAT – The start of a revolution in policing». Worldwide Law Enforcement Consulting Group Inc, Nueva York.

VÁZQUEZ, C. (2003). «Delincuencia juvenil. Consideraciones penales y criminológicas». Colex, Madrid.

VOZMEDIANO, L.; SAN JUAN, C. (2010). «Criminología Ambiental: Ecología del delito y de la seguridad». Editorial UOC, Barcelona.

ZAHM, D. (2007). «Using Crime Prevention Through Environmental Design in Problem Solving» en: *Problem-Oriented Guides for Police Problem-Solving Tools Series*, N° 8. U.S. Department of Justice. Office of Community Oriented Policing Services. Washington D.C.